Diploma Programme
Programme du diplôme
Programa del Diploma

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 https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-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 suivante : https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-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: https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/.

International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Diploma Programme
Programme du diplôme
Programa del Diploma

Química
Nivel Superior
Prueba 1

Jueves 5 de noviembre de 2020 (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]**.

15 páginas

8820 – 6125
© International Baccalaureate Organization 2020

Tabla periódica

Número atómico

Elemento

Masa atómica relativa

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 **H** 1,01																	2 **He** 4,00
2	3 **Li** 6,94	4 **Be** 9,01											5 **B** 10,81	6 **C** 12,01	7 **N** 14,01	8 **O** 16,00	9 **F** 19,00	10 **Ne** 20,18
3	11 **Na** 22,99	12 **Mg** 24,31											13 **Al** 26,98	14 **Si** 28,09	15 **P** 30,97	16 **S** 32,07	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. ¿Cuál es el número de átomos de carbono en 12 g de ácido etanoico CH_3COOH, $M_r = 60$?

A. 0,20

B. 2,0

C. $1{,}2 \times 10^{23}$

D. $2{,}4 \times 10^{23}$

2. ¿Cuáles de estas fórmulas moleculares son también fórmulas empíricas?

I. C_2H_6O

II. $C_2H_4O_2$

III. C_5H_{12}

A. Solo I y II

B. Solo I y III

C. Solo II y III

D. I, II y III

3. ¿Qué volumen de gas etano, en cm^3, producirá 40 cm^3 de dióxido de carbono gaseoso cuando se mezcla con 140 cm^3 de oxígeno gaseoso, suponiendo que la reacción se completa?

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$$

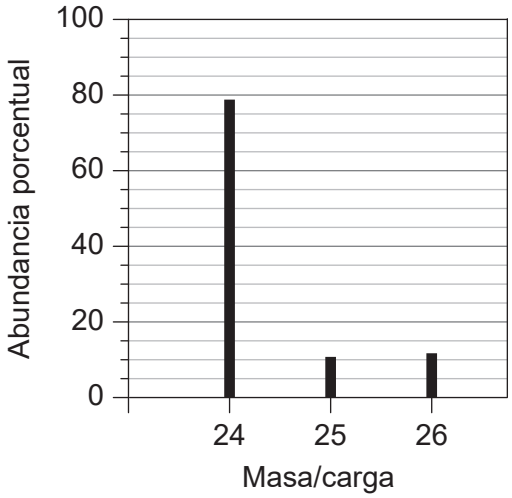
A. 10

B. 20

C. 40

D. 80

4. ¿Cuál es la masa atómica relativa, A_r, de un elemento cuyo espectro de masas es el siguiente?



A. 24,0

B. 24,3

C. 24,9

D. 25,0

5. ¿Qué elemento está en el grupo 13?

	Energía de ionización / kJ mol^{-1}			
	1ª	**2ª**	**3ª**	**4ª**
A.	789	1580	3230	4360
B.	578	1820	2750	11 600
C.	738	1450	7730	10 500
D.	496	4560	6910	9540

6. ¿Cuál es la tendencia correcta hacia abajo entre los grupos 1 **y** 17?

A. Los puntos de fusión aumentan

B. Los puntos de ebullición disminuyen

C. Las electronegatividades aumentan

D. Las energías de ionización disminuyen

7. ¿Qué óxido se disolverá en agua para dar la solución de menor pH?

A. P_4O_{10}

B. SiO_2

C. Al_2O_3

D. MgO

8. ¿Cuáles de estas afirmaciones son correctas?

I. El cinc **no** es un elemento de transición.

II. Los ligandos son bases de Lewis.

III. El cloruro de manganeso(II) es paramagnético.

A. Solo I y II

B. Solo I y III

C. Solo II y III

D. I, II y III

9. ¿En cuál de las siguientes especies la longitud del enlace carbono a oxígeno es menor?

A. $CH_3CH_2O^-$

B. CH_3CH_2OH

C. CH_3COO^-

D. CH_3COOH

10. ¿Qué molécula es la más polar?

A. CHF_3

B. CF_4

C. $CClF_3$

D. CCl_4

11. ¿Qué combinación describe correctamente la geometría del BrF_4^-?

	Geometría del dominio electrónico alrededor del Br	**Geometría molecular alrededor del Br**
A.	Octahédrica	Tetrahédrica
B.	Tetrahédrica	Plana cuadrada
C.	Octahédrica	Plana cuadrada
D.	Tetrahédrica	Tetrahédrica

12. ¿Qué serie está ordenada correctamente con respecto a la fuerza del enlace metálico de mayor a menor?

A. Na > K > Rb > Mg

B. Mg > Rb > K > Na

C. Rb > K > Na > Mg

D. Mg > Na > K > Rb

13. ¿Qué enunciado es correcto?

A. La disociación del enlace en el O_3 se produce a mayor longitud de onda de la luz que la disociación del enlace en el O_2.

B. La disociación del enlace en el O_3 se produce a mayor energía que la disociación del enlace en el O_2.

C. La longitud de los enlaces en el O_3 es menor que la longitud de los enlaces en el O_2.

D. La disociación del enlace en el O_3 se produce a mayor frecuencia de la luz que la disociación del enlace en el O_2.

14. ¿Qué ecuación representa la entalpía de formación, ΔH_f, del etanol?

A. $2C(s) + 3H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH(g)$

B. $4C(s) + 6H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2C_2H_5OH(g)$

C. $2C(s) + 3H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH(l)$

D. $4C(s) + 6H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2C_2H_5OH(l)$

15. ¿Qué enunciados sobre la fuerza de enlace y la energía de activación son correctos para esta reacción?

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \qquad \Delta H^{\ominus} = -891\,kJ$$

	Fuerza relativa del enlace	**Magnitud relativa de la energía de activación, E_a**
A.	productos < reactivos	directa > inversa
B.	productos > reactivos	directa < inversa
C.	productos > reactivos	directa > inversa
D.	productos < reactivos	directa < inversa

16. ¿Qué combinación da la entalpía estándar de hidratación del $Na^+(g)$?

	kJ mol^{-1}
$\Delta H^{\ominus}$ de red del $NaCl(s)$	+790
$\Delta H^{\ominus}$ de disolución del $NaCl(s)$	+4
$\Delta H^{\ominus}$ hidratación del $Cl^-(g)$	–359

A. $4 + 359 + 790$

B. $4 + 359 - 790$

C. $-4 - 359 + 790$

D. $4 - 359 + 790$

17. ¿Qué reacción se hace más espontánea a medida que aumenta la temperatura?

A. $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

B. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

C. $3CO_2(g) + 4H_2O(g) \rightarrow C_3H_8(g) + 5O_2(g)$

D. $SO_2(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2SO_4(l)$

18. ¿Qué aparatos se pueden usar para monitorizar la velocidad de esta reacción?

$$CH_3COCH_3(aq) + I_2(aq) \rightarrow CH_3COCH_2I(aq) + H^+(aq) + I^-(aq)$$

I. Un pehachímetro

II. Una jeringa de gases

III. Un colorímetro

A. Solo I y II

B. Solo I y III

C. Solo II y III

D. I, II y III

19. ¿Qué cambio **no** aumenta la velocidad de esta reacción?

$$CuCO_3(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CuSO_4(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

A. Aumentar el tamaño de partícula del $CuCO_3$

B. Aumentar la temperatura

C. Aumentar la concentración de $H_2SO_4(aq)$

D. Agitar la mezcla de reacción

20. ¿Cuáles son las unidades de la constante de velocidad, *k*, si la ecuación de velocidad es Velocidad $= k[A][B]^2$?

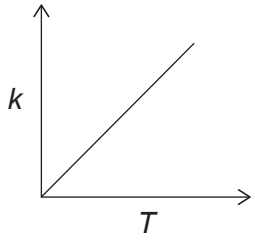
A. $mol\,dm^{-3}\,s^{-1}$

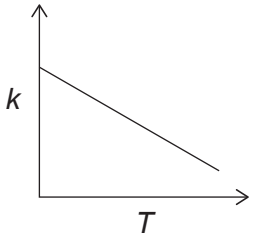
B. $dm^3\,mol^{-1}\,s^{-1}$

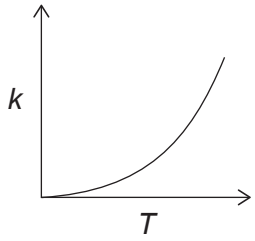
C. $dm^6\,mol^{-2}\,s^{-1}$

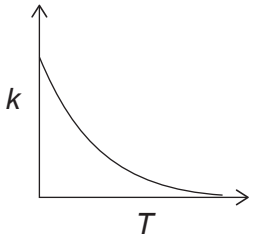
D. $dm^9\,mol^{-3}\,s^{-1}$

21. ¿Qué gráfica representa la relación entre la constante de velocidad, *k*, y la temperatura, *T*, en kelvin?

A.


B.


C.


D.


22. ¿Qué es correcto cuando la temperatura aumenta para esta reacción en equilibrio?

$$2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g) \qquad \Delta H^{\ominus} = +75{,}5\,kJ$$

	Posición de equilibrio	**Constante de equilibrio, K_c**
A.	Se desplaza hacia la izquierda	No varía
B.	Se desplaza hacia la izquierda	Disminuye
C.	Se desplaza hacia la derecha	No varía
D.	Se desplaza hacia la derecha	Aumenta

23. ¿Qué enunciado es correcto para una reacción espontánea?

	$\Delta G^{\ominus}$	K_c
A.	negativa	>1
B.	negativa	<1
C.	positiva	<1
D.	positiva	>1

24. ¿Cuál de estos óxidos contribuye a la deposición ácida?

I. SO_2

II. NO_2

III. CO_2

A. Solo I y II

B. Solo I y III

C. Solo II y III

D. I, II y III

25. ¿Cuál de estos ácidos tiene la base conjugada más débil?

A. HCl

B. CH_3COOH

C. NH_4Cl

D. C_6H_5COOH

26. ¿Qué especie es un ácido de Lewis pero **no** un ácido de Brønsted–Lowry?

A. Cu^{2+}

B. NH_4^+

C. Cu

D. CH_3COOH

27. ¿Cuál es el pH de una solución de amoníaco cuya $[OH^-] = 1 \times 10^{-4}\,mol\,dm^{-3}$?

A. 4,0

B. 8,0

C. 10,0

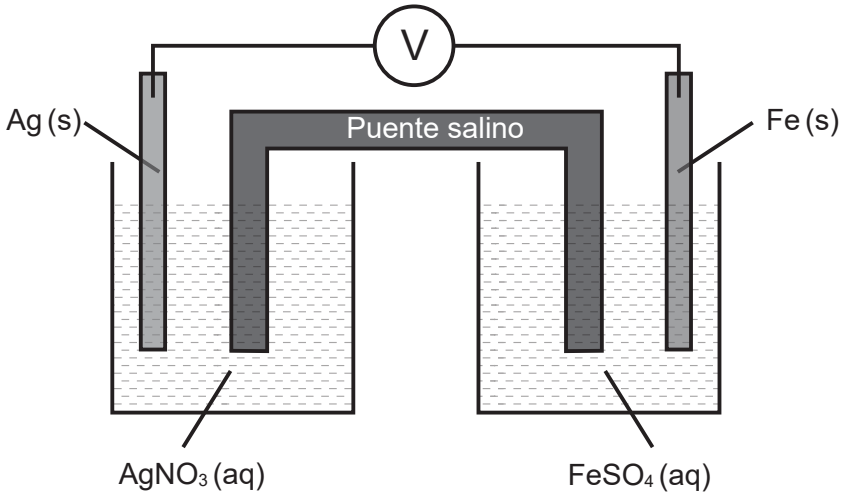
D. 12,0

28. ¿Cuáles son los estados de oxidación del oxígeno?

	O_2	OF_2	H_2O_2
A.	–2	–2	–2
B.	0	–2	–1
C.	0	+2	–1
D.	–2	+2	–2

29. El hierro es un agente reductor más fuerte que la plata.

¿Qué es correcto cuando esta pila voltaica está funcionando?



	Ánodo (electrodo negativo)	**Cátodo (electrodo positivo)**	**Dirección del flujo de electrones en el conductor**
A.	Ag	Fe	de derecha a izquierda
B.	Ag	Fe	de izquierda a derecha
C.	Fe	Ag	de izquierda a derecha
D.	Fe	Ag	de derecha a izquierda

30. ¿Qué condiciones depositan mayor masa de cobre cuando las soluciones que contienen iones cobre se electrolizan durante 10 minutos?

	Corriente / A	**Carga iónica sobre el ion cobre**
A.	5,0	2+
B.	2,5	2+
C.	2,5	1+
D.	5,0	1+

31. ¿Qué enunciado es correcto cuando se realiza una electrodeposición de plata sobre una cuchara de cinc?

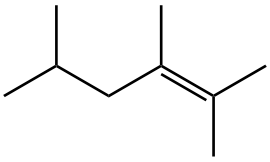
A. El cátodo (electrodo negativo) está hecho de plata.

B. El ánodo (electrodo positivo) es la cuchara de cinc.

C. El ánodo (electrodo positivo) está hecho de plata.

D. El electrolito es una solución de sulfato de cinc.

32. ¿Cuál es el nombre según la IUPAC de esta molécula?



A. 1,1,2,4-tetrametil-1-penteno

B. 2,4,5-trimetil-4-hexeno

C. 2,4,5,5-tetrametil-4-penteno

D. 2,3,5-trimetil-2-hexeno

33. ¿Qué molécula decolorará al agua de bromo en la oscuridad?

A. ciclohexano

B. hexano

C. 1-hexeno

D. 1-hexanol

34. ¿Qué molécula se puede oxidar a ácido carboxílico por acción del dicromato(VI) de potasio acidificado?

A. 1-propanol

B. 2-propanol

C. 2-metil-2-propanol

D. Propanona

35. ¿Cuál es el electrófilo en la nitración del benceno?

A. HNO_3

B. NO_2^+

C. NO_2^-

D. NH_4^+

36. ¿Cuál será el producto principal de la reacción entre 1-buteno y HBr?

A. 2-bromo-1-buteno

B. 1-bromo-1-buteno

C. 2-bromobutano

D. 1-bromobutano

37. ¿Qué molécula tiene un enantiómero?

A. $CH_3CH_2CH(OH)CH_2CH_3$

B. $CH_2(OH)CH_2CH_2CH{=}CH_2$

C. $CH_3CH_2CH_2CH{=}CHBr$

D. $CH_3CHBrCH_2CH_2CH_3$

38. Un estudiante obtuvo los siguientes datos para calcular *q,* usando $q = mc\Delta T$.

$$m = 20{,}0\,\text{g} \pm 0{,}2\,\text{g}$$

$$\Delta T = 10\,^{\circ}\text{C} \pm 1\,^{\circ}\text{C}$$

$$c = 4{,}18\,\text{J g}^{-1}\text{K}^{-1}$$

¿Cuál es la incertidumbre porcentual en el valor calculado de *q*?

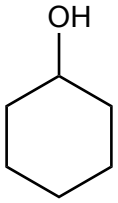
A. 0,2

B. 1,2

C. 11

D. 14

39. ¿Cuál es el índice de déficit de hidrógeno (IDH) en el ciclohexanol?



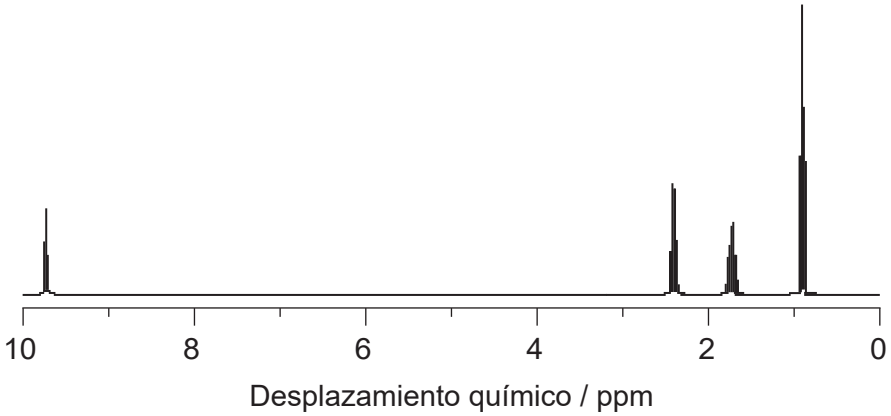
A. 0

B. 1

C. 2

D. 3

40. ¿Qué compuesto de fórmula molecular C_4H_8O tiene esta RMN de ^1H de alta resolución?



A. 3-butén-2-ol, $CH_2{=}CHCH(OH)CH_3$

B. butanal, $CH_3CH_2CH_2CHO$

C. butanona, $CH_3COCH_2CH_3$

D. 3-butén-1-ol, $CH_2{=}CHCH_2CH_2OH$

Fuentes:

40. De: libretexts.org. Cortesía de Chris Schaller, Profesor (Química) en el College of Saint Benedict/Saint John's University.

Diploma Programme
Programme du diplôme
Programa del Diploma

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 https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-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 suivante : https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-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: https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/.

International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Diploma Programme
Programme du diplôme
Programa del Diploma

Chemistry
Higher level
Paper 2

Thursday 5 November 2020 (afternoon)

Candidate session number

2 hours 15 minutes

Instructions to candidates

- Write your session number in the boxes above.
- Do not open this examination paper until instructed to do so.
- Answer all questions.
- Answers must be written within the answer boxes provided.
- A calculator is required for this paper.
- A clean copy of the **chemistry data booklet** is required for this paper.
- The maximum mark for this examination paper is **[90 marks]**.

21 pages

8820 – 6102
© International Baccalaureate Organization 2020

International Baccalaureate
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Please **do not** write on this page.

Answers written on this page
will not be marked.

Answer **all** questions. Answers must be written within the answer boxes provided.

1. Chlorine undergoes many reactions.

(a) (i) State the full electron configuration of the chlorine atom. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(ii) State, giving a reason, whether the chlorine atom or the chloride ion has a larger radius. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(iii) Outline why the chlorine atom has a smaller atomic radius than the sulfur atom. [2]

. . . . . .

. . . . . .

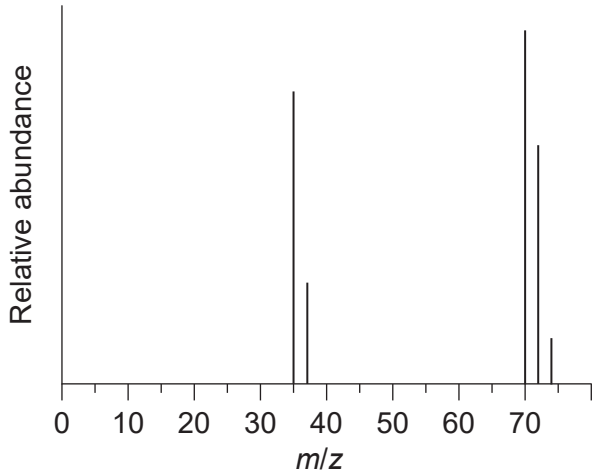
. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 1 continued)

(iv) The mass spectrum of chlorine is shown.



Outline the reason for the two peaks at $m/z = 35$ and 37. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(v) Explain the presence and relative abundance of the peak at $m/z = 74$. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) 2.67 g of manganese(IV) oxide was added to 200.0 cm^3 of 2.00 mol dm^{-3} HCl.

$$MnO_2(s) + 4HCl(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2H_2O(l) + MnCl_2(aq)$$

(i) Calculate the amount, in mol, of manganese(IV) oxide added. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 1 continued)

(ii) Determine the limiting reactant, showing your calculations. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(iii) Determine the excess amount, in mol, of the other reactant. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(iv) Calculate the volume of chlorine, in dm^3, produced if the reaction is conducted at standard temperature and pressure (STP). Use section 2 of the data booklet. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(v) State the oxidation state of manganese in MnO_2 and $MnCl_2$. [2]

MnO_2:

. . . . . .

$MnCl_2$:

. . . . . .

(vi) Deduce, referring to oxidation states, whether MnO_2 is an oxidizing or reducing agent. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 1 continued)

(c) Chlorine gas reacts with water to produce hypochlorous acid and hydrochloric acid.

$$Cl_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons HClO(aq) + HCl(aq)$$

(i) Hypochlorous acid is considered a weak acid. Outline what is meant by the term weak acid. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(ii) State the formula of the conjugate base of hypochlorous acid. [1]

. . . . . .

(iii) Calculate the concentration of $H^+(aq)$ in a $HClO(aq)$ solution with a pH = 3.61. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(d) (i) State the type of reaction occurring when ethane reacts with chlorine to produce chloroethane. [1]

. . . . . .

(ii) Predict, giving a reason, whether ethane or chloroethane is more reactive. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 1 continued)

(iii) Explain the mechanism of the reaction between chloroethane and aqueous sodium hydroxide, NaOH (aq), using curly arrows to represent the movement of electron pairs. [3]

(iv) Ethoxyethane (diethyl ether) can be used as a solvent for this conversion. Draw the structural formula of ethoxyethane. [1]

(v) Deduce the number of signals and chemical shifts with splitting patterns in the ^{1}H NMR spectrum of ethoxyethane. Use section 27 of the data booklet. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 1 continued)

(e) CCl_2F_2 is a common chlorofluorocarbon, CFC.

(i) Calculate the percentage by mass of chlorine in CCl_2F_2. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(ii) Comment on how international cooperation has contributed to the lowering of CFC emissions responsible for ozone depletion. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(iii) CFCs produce chlorine radicals. Write two successive propagation steps to show how chlorine radicals catalyse the depletion of ozone. [2]

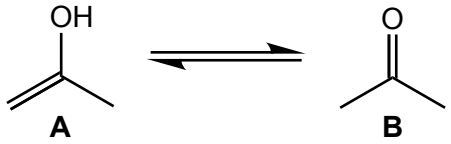
. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2. Compound **A** is in equilibrium with compound **B**.



(a) Predict the electron domain and molecular geometries around the **oxygen** atom of molecule **A** using VSEPR. [2]

Electron domain geometry:

. . . . . .

Molecular geometry:

. . . . . .

(b) State the type of hybridization shown by the central carbon atom in molecule **B**. [1]

. . . . . .

(c) State the number of sigma (σ) and pi (π) bonds around the central carbon atom in molecule **B**. [1]

σ-bonds:

. . . . . .

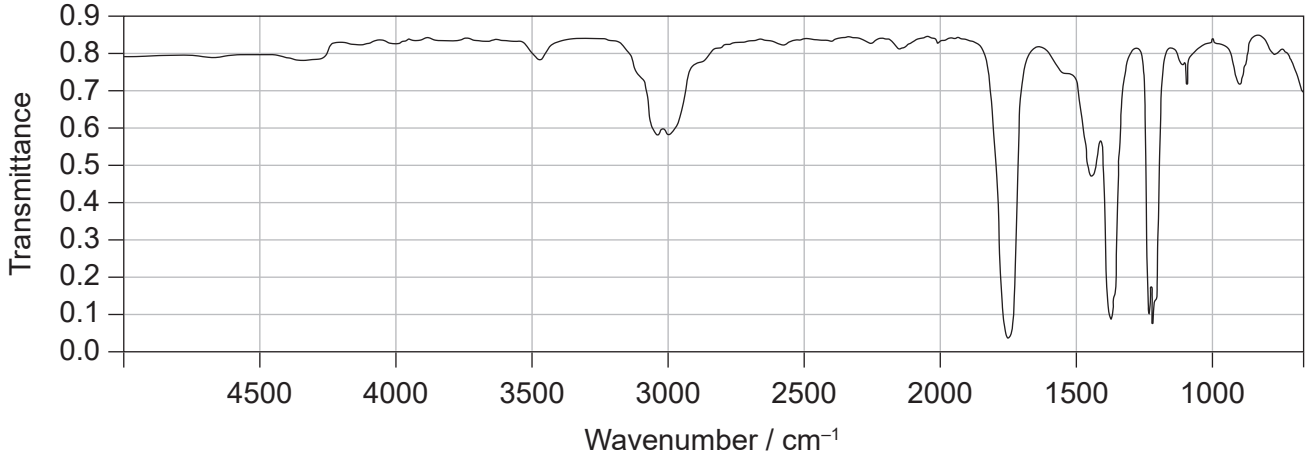
π-bonds:

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 2 continued)

(d) The IR spectrum of one of the compounds is shown:



Deduce, giving a reason, the compound producing this spectrum. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(e) Compound **A** and **B** are isomers. Draw two other structural isomers with the formula C_3H_6O. [2]

(This question continues on the following page)

(Question 2 continued)

(f) (i) The equilibrium constant, K_c, for the conversion of **A** to **B** is 1.0×10^8 in water at 298 K.

Deduce, giving a reason, which compound, **A** or **B**, is present in greater concentration when equilibrium is reached. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(ii) Calculate the standard Gibbs free energy change, $\Delta G^{\ominus}$, **in kJ mol^{-1}**, for the reaction (**A** to **B**) at 298 K. Use sections 1 and 2 of the data booklet. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(g) Propanone can be synthesized in two steps from propene.

(i) Suggest the synthetic route including all the necessary reactants and steps. [3]

(This question continues on the following page)

(Question 2 continued)

(ii) Suggest why propanal is a minor product obtained from the synthetic route in (g)(i). [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

3. An equation for the combustion of propane is given below.

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$$

(a) Determine the standard enthalpy change, $\Delta H^{\ominus}$, for this reaction, using section 11 of the data booklet. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) Calculate the standard enthalpy change, $\Delta H^{\ominus}$, for this reaction using section 12 of the data booklet. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 3 continued)

(c) Predict, giving a reason, whether the entropy change, $\Delta S^{\ominus}$, for this reaction is negative or positive. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(d) Calculate $\Delta S^{\ominus}$ for the reaction in $J\,K^{-1}$, using section 12 of the data booklet.

The standard molar entropy for oxygen gas is $205\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(e) Calculate the standard Gibbs free energy change, $\Delta G^{\ominus}$, **in kJ**, for the reaction at 5 °C, using your answers to (b) and (d). Use section 1 of the data booklet.

(If you did not obtain an answer to (b) or (d) use values of –1952 kJ and $+113\,J\,K^{-1}$ respectively, although these are not the correct answers.) [2]

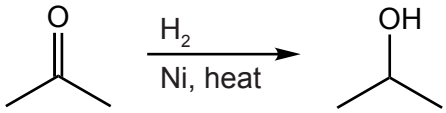
. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

4. Nickel catalyses the conversion of propanone to propan-2-ol.



(a) Outline how a catalyst increases the rate of reaction. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) Explain why an increase in temperature increases the rate of reaction. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(c) Discuss, referring to intermolecular forces present, the relative volatility of propanone and propan-2-ol. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

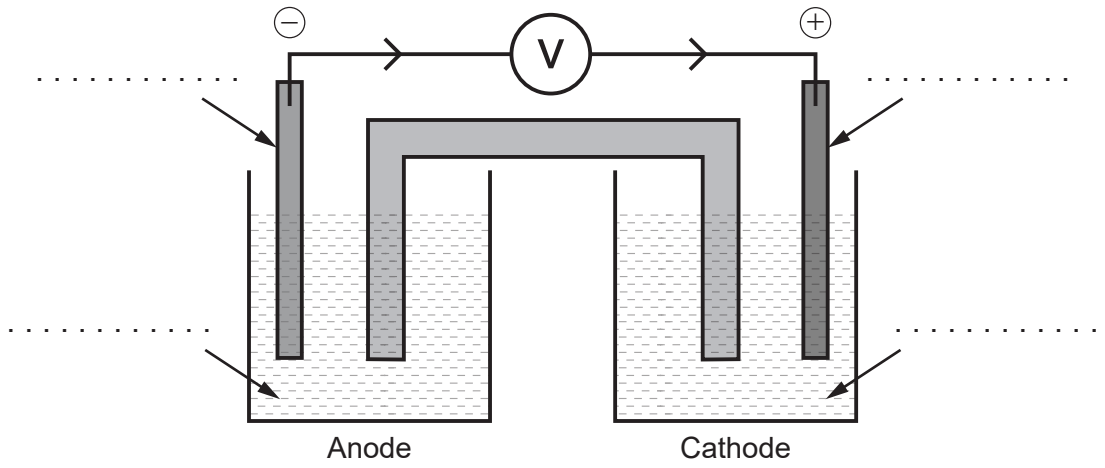
(This question continues on the following page)

(Question 4 continued)

(d) (i) The diagram shows an unlabelled voltaic cell for the reaction.

$$Pb^{2+}(aq) + Ni(s) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + Pb(s)$$

Label the diagram with the species in the equation. [1]



(ii) Calculate the standard cell potential, in V, for the cell at 298 K. Use section 24 of the data booklet. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(iii) Calculate the standard free energy change, $\Delta G^{\ominus}$, **in kJ**, for the cell using sections 1 and 2 of the data booklet. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(iv) Suggest a metal that could replace nickel in a new half-cell and reverse the electron flow. Use section 25 of the data booklet. [1]

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 4 continued)

(v) Describe the bonding in metals. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(vi) Nickel alloys are used in aircraft gas turbines. Suggest a physical property altered by the addition of another metal to nickel. [1]

. . . . . .

. . . . . .

5. A student performs a titration to determine the concentration of ethanoic acid, CH_3COOH, in vinegar using potassium hydroxide.

(a) Write a balanced equation for the reaction. [1]

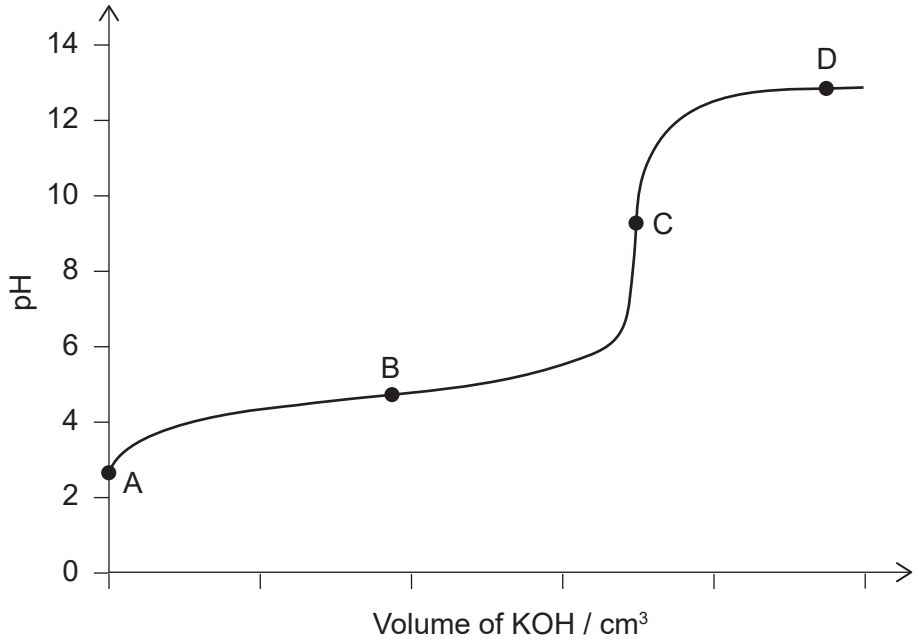
. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 5 continued)

(b) The pH curve for the reaction is given.



(i) Identify the **major** species, other than water and potassium ions, at these points. [2]

B:

. . . . . .

C:

. . . . . .

(ii) State a suitable indicator for this titration. Use section 22 of the data booklet. [1]

. . . . . .

(iii) Suggest, giving a reason, which point on the curve is considered a buffer region. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 5 continued)

(c) State the K_a expression for ethanoic acid. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(d) Calculate the K_b of the conjugate base of ethanoic acid using sections 2 and 21 of the data booklet. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(e) In a titration, 25.00 cm^3 of vinegar required 20.75 cm^3 of 1.00 mol dm^{-3} potassium hydroxide to reach the end-point.

Calculate the concentration of ethanoic acid in the vinegar. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(f) Potassium hydroxide solutions can react with carbon dioxide from the air. The solution was made one day prior to using it in the titration.

(i) State the type of error that would result from the student's approach. [1]

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 5 continued)

(ii) Predict, giving a reason, the effect of this error on the calculated concentration of ethanoic acid in 5(e). [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

6. The electron configuration of copper makes it a useful metal.

(a) Determine the frequency of a photon that will cause the first ionization of copper. Use sections 1, 2 and 8 of the data booklet. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) Explain why a copper(II) solution is blue, using section 17 of the data booklet. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 6 continued)

(c) Copper plating can be used to improve the conductivity of an object.

State, giving your reason, at which electrode the object being electroplated should be placed. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

7. Nitrogen monoxide reacts with oxygen gas to form nitrogen dioxide.

(a) The following experimental data was obtained.

Experiment	**Initial [NO] / mol dm^{-3}**	**Initial [O_2] / mol dm^{-3}**	**Initial rate / mol dm^{-3} s^{-1}**
1	0.0100	0.0300	2.13×10^{-2}
2	0.0100	0.0600	4.26×10^{-2}
3	0.0300	0.0300	1.92×10^{-1}

Deduce the partial order of reaction with respect to nitrogen monoxide and oxygen. [2]

NO:

. . . . . .

O_2:

. . . . . .

(This question continues on the following page)

(Question 7 continued)

(b) Deduce, giving a reason, whether the following mechanism is possible.

First step:	$2NO(g) \rightarrow N_2O_2(g)$	slow
Second step:	$N_2O_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	fast

[1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

References:

1.(a)(iv) NIST Mass Spectrometry Data Center Collection © 2014 copyright by the U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America. All rights reserved.

2.(d) COBLENTZ SOCIETY. Collection © 2018 copyright by the U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America. All rights reserved.

Please **do not** write on this page.

Answers written on this page
will not be marked.

Please **do not** write on this page.

Answers written on this page
will not be marked.

Diploma Programme
Programme du diplôme
Programa del Diploma

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 https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-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 suivante : https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-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: https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/.

International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Diploma Programme
Programme du diplôme
Programa del Diploma

Química
Nivel Superior
Prueba 3

Viernes 6 de noviembre de 2020 (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.
- 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 **[45 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 – 5
Opción B — Bioquímica	6 – 10
Opción C — Energía	11 – 14
Opción D — Química medicinal	15 – 19

36 páginas

8820 – 6127
© International Baccalaureate Organization 2020

International Baccalaureate
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Sección A

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

1. Para determinar el contenido de aceite en diferentes tipos de patatas fritas (chips), una estudiante pesó 5,00 g de patatas fritas trituradas y las mezcló con 20,0 cm^3 de un disolvente no polar.

Supuso que todo el aceite de las patatas fritas se había disuelto en el disolvente.

Luego, la estudiante filtró la mezcla para eliminar cualquier sólido y calentó suavemente la solución con un calentador para evaporar el disolvente.

Midió la masa de aceite remanente para cada tipo de patata frita.

(a) Sugiera por qué necesitó un disolvente no polar. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(b) Indique una razón por la cual no calentó la solución vigorosamente. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(c) Los disolventes no polares suelen ser tóxicos. Sugiera una modificación del experimento que permita recoger el disolvente evaporado. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

(Pregunta 1: continuación)

(d) Sugiera una fuente de error en el experimento, excluyendo aparatos defectuosos y error humano, que pudiera conducir a lo siguiente: [2]

Masa experimental mayor que la masa real de aceite en las patatas fritas:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Masa experimental menor que la masa real de aceite en las patatas fritas:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2. Se llevó a cabo una investigación para determinar el efecto de la longitud de la cadena del alcohol sobre la constante de equilibrio, K_c, para la reacción reversible:

$$ROH + CH_3COOH \overset{H^+(aq)}{\rightleftharpoons} CH_3COOR + H_2O$$

Los reactivos, productos y catalizador forman una mezcla homogénea.

Se colocaron volúmenes fijos de cada alcohol, ácido etanoico y ácido sulfúrico catalizador en recipientes cónicos sellados.

En el equilibrio, los recipientes se colocaron en un baño de hielo, y se tomaron muestras de cada recipiente para titularlas con NaOH (aq) y determinar la concentración de ácido etanoico presente en la mezcla en equilibrio.

Se obtuvieron los siguientes resultados procesados.

ROH	**Longitud de la cadena / número de carbonos**	**K_c determinada experimentalmente**	**Valor de K_c publicado**
Metanol	1	$6{,}5 \pm 0{,}4$	5,3
Etanol	2	$5{,}1 \pm 0{,}3$	4,0
1-propanol	3	$5{,}0 \pm 0{,}3$	4,1
1-butanol	4	$5{,}6 \pm 0{,}5$	4,2
1-pentanol	5	$3{,}2 \pm 0{,}3$	No disponible

(a) Identifique las variables independiente y dependiente en este experimento. [1]

Variable independiente:

. . . . . .

. . . . . .

Variable dependiente:

. . . . . .

. . . . . .

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

(Pregunta 2: continuación)

(b) El baño de hielo se usa en el equilibrio para retardar las reacciones directa e inversa. Explique por qué la adición de una gran cantidad de agua también hubiera retardado **ambas** reacciones. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(c) Sugiera por qué la titulación se debe realizar rápidamente a pesar de mantener baja la temperatura. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(d) Se realizó un experimento adicional en el que solo se tituló con NaOH (aq) el ácido sulfúrico catalizador. Resuma por qué era necesario este experimento. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

(Pregunta 2: continuación)

(e) Calcule la incertidumbre porcentual y el error porcentual en el valor determinado experimentalmente para el K_c del metanol. [2]

Incertidumbre porcentual:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Error porcentual:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(f) Comente sobre las magnitudes de los errores aleatorios y sistemáticos en el experimento usando sus respuestas a (e). [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(g) Sugiera un riesgo de usar ácido sulfúrico como catalizador. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

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. El plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP) es un composite útil. El epoxi es un polímero termoestable que se usa como polímero de sellado cuando se fabrica un CFRP.

(a) Resuma las **dos** fases diferentes de este composite. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) (i) Los composites termoplásticos están reemplazando cada vez más a los termoestables.

Sugiera **una** ventaja de los polímeros termoplásticos sobre los termoestables. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(ii) Explique cómo los termoplásticos, como policloruro de vinilo, PVC, se pueden hacer más flexibles por agregado de plastificantes ésteres ftálicos. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción A continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción A, pregunta 3)

(iii) Explique por qué los ftalatos se reemplazan por otros plastificantes en la producción de plásticos. [2]

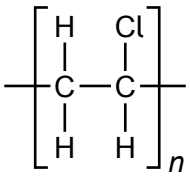
. . . . . .

. . . . . .

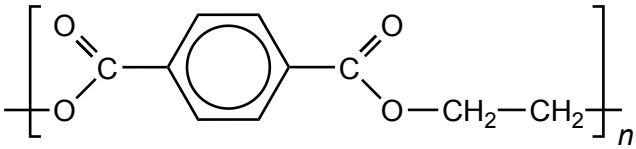
. . . . . .

. . . . . .

(c) Clasifique el PVC y el tereftalato de polietileno, PET, como polímeros de adición o condensación y deduzca las fórmulas estructurales de los monómeros. [3]



PVC



PET

Polímero	Clasificación	Estructura del(los) monómero(s)
PVC	. . . . .	
PET	. . . . .	

(La opción A continúa en la página siguiente)

(Opción A: continuación)

4. El uso de nanotubos de carbono, CNT, ha sufrido un crecimiento significativo.

(a) Explique estas propiedades de los nanotubos de carbono. [2]

Resistencia excelente:

. . . . . .

. . . . . .

Conductividad excelente:

. . . . . .

. . . . . .

(b) (i) Los CNT pueden actuar como superconductores de tipo 2. Resuma por qué los superconductores de tipo 2 son generalmente más útiles que los de tipo 1. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(ii) Explique el rol de los electrones en los materiales superconductores en términos de la teoría de Bardeen–Cooper–Schrieffer (BCS). [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción A continúa en la página siguiente)

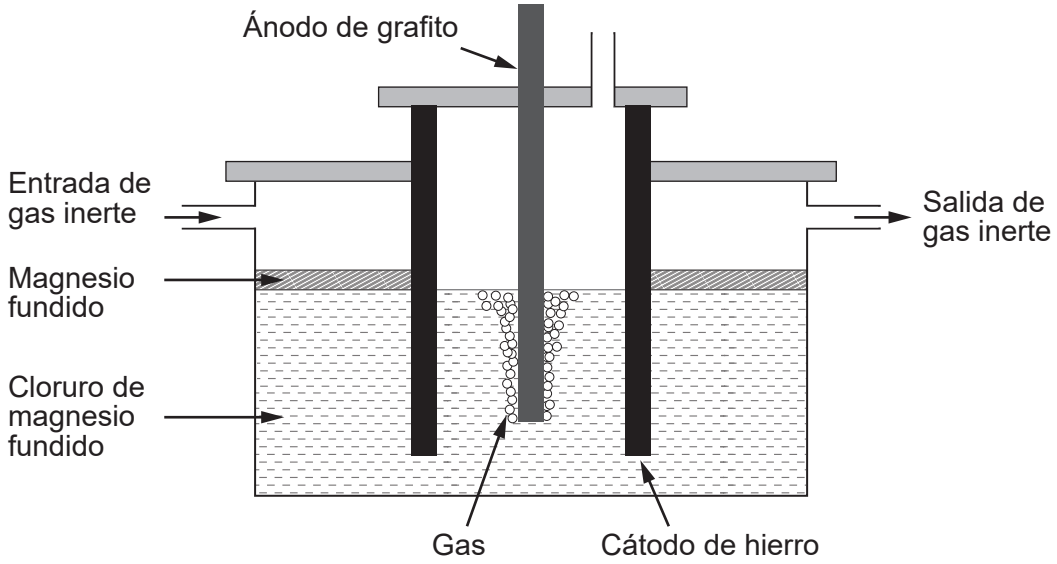
(Continuación: opción A, pregunta 4)

(c) (i) La aleación de metales cambia sus propiedades. Sugiera **una** propiedad del magnesio que se podría mejorar realizando una aleación de magnesio–CNT. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(ii) El magnesio puro necesario para fabricar aleaciones se puede obtener por electrólisis de cloruro de magnesio fundido.



Calcule la masa teórica de magnesio obtenido si se usa una corriente de 3,00 A durante 10,0 horas. Use carga (Q) = *corriente* (I) × *tiempo* (t) y la sección 2 del cuadernillo de datos. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción A continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción A, pregunta 4)

(iii) Sugiera un gas que se podría hacer pasar continuamente sobre el magnesio fundido en la celda electrolítica. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(d) Las zeolitas se pueden usar como catalizadores en la fabricación de CNT. Explique, haciendo referencia a su estructura, la elevada selectividad de las zeolitas. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(e) Se han realizado experimentos para explorar el comportamiento de fase nemática de cristal líquido de los CNT. Justifique cómo las moléculas de CNT se pueden clasificar como **nemáticas**. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción A continúa en la página 13)

No escriba en esta página.

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

(Opción A: continuación)

5. La precipitación es un método usado para tratar aguas residuales.

(a) Los fosfatos, PO_4^{3-}, en aguas residuales se pueden eliminar por precipitación con iones magnesio. El K_{ps} del fosfato de magnesio es $1{,}04 \times 10^{-24}$.

$$3Mg^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq) \rightarrow Mg_3(PO_4)_2(s)$$

Calcule la solubilidad máxima de los iones fosfato en una solución que contiene $0{,}0100\,mol\,dm^{-3}$ de iones magnesio. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) Los iones metálicos cinc, cadmio, níquel y plomo se pueden eliminar por precipitación. Explique por qué el pH de las aguas residuales se ajusta a 9−10 para eliminar esos iones, haciendo referencia a la sección 32 del cuadernillo de datos. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

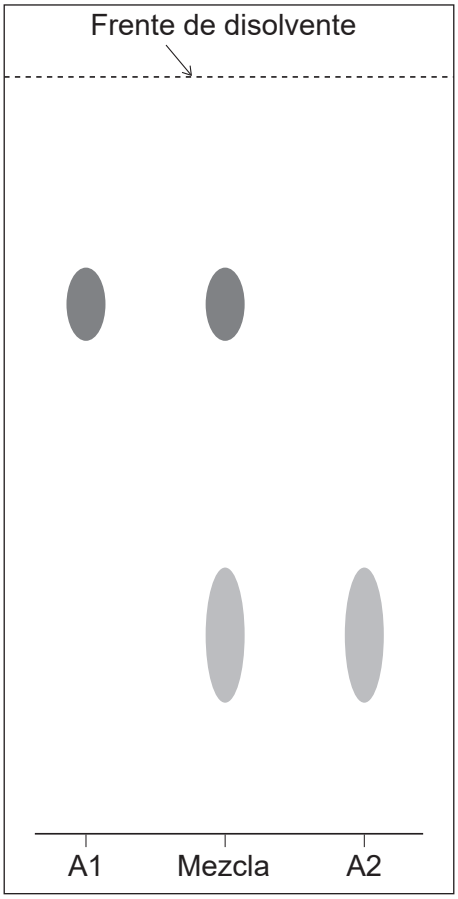
. . . . . .

Fin de la opción A

Opción B — Bioquímica

6. Las proteínas son polímeros de aminoácidos.

(a) (i) Un cromatograma en papel de dos aminoácidos, A1 y A2, se obtiene usando un disolvente no polar.



Determine el valor del R_f para A1. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción B continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción B, pregunta 6)

(ii) La mezcla está formada por glicina, Gly, e isoleucina, Ile. Sus estructuras se encuentran en la sección 33 del cuadernillo de datos.

Deduzca la identidad de A1, haciendo referencia a las afinidades relativas y a R_f. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

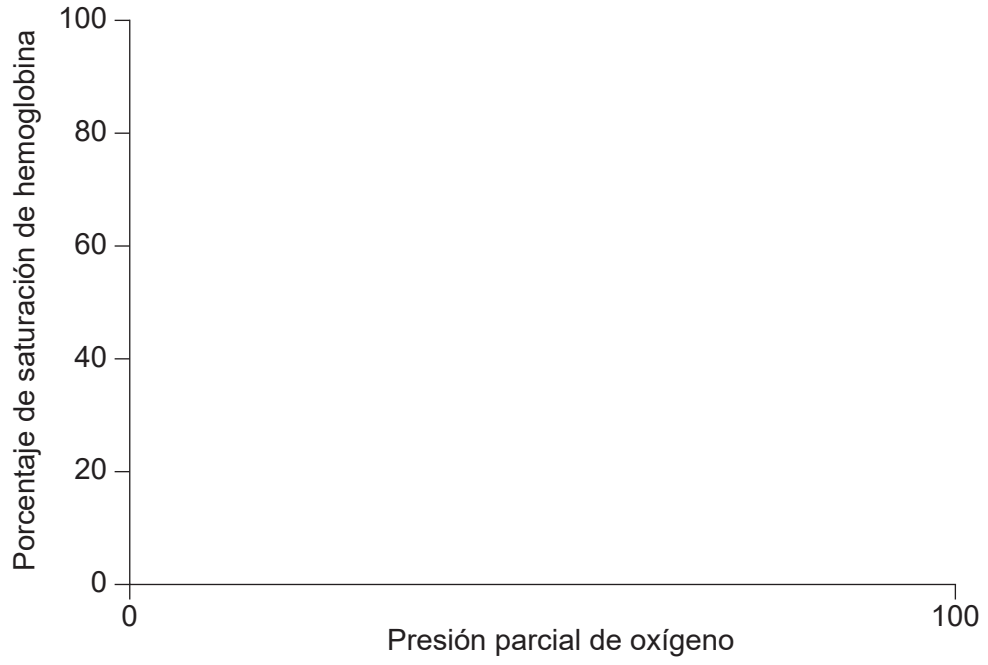
(b) La glicina es uno de los aminoácidos en la estructura primaria de la hemoglobina.

Indique el tipo de enlace responsable de la hélice α de la estructura secundaria. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(c) (i) Dibuje aproximadamente y rotule **dos** curvas de disociación del oxígeno, una para la hemoglobina de un adulto y otra para la hemoglobina fetal. [2]



(La opción B continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción B, pregunta 6)

(ii) Explique por qué la afinidad por el oxígeno de la hemoglobina fetal difiere de la hemoglobina del adulto. [2]

. . . . . .

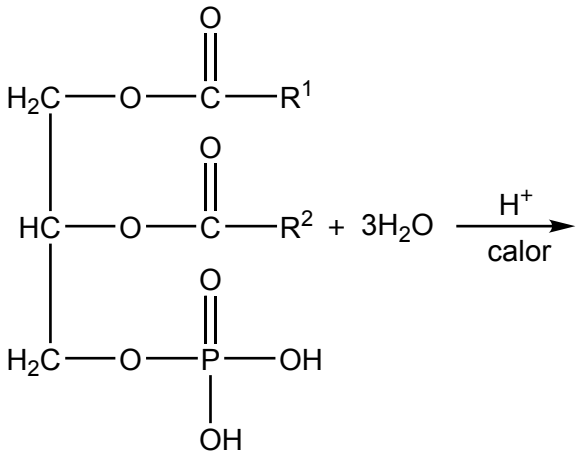
. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

7. Los fosfolípidos son un componente principal de las membranas celulares.

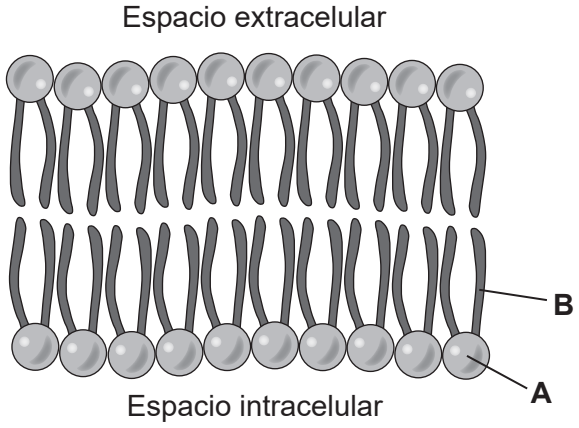
(a) Deduzca los productos de la hidrólisis de un fosfolípido no sustituido, donde R^1 y R^2 representan largas cadenas alquílicas. [2]



(La opción B continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción B, pregunta 7)

(b) (i) La siguiente es una representación de una membrana celular de doble capa de fosfolípidos:



Identifique los componentes de los fosfolípidos rotulados como **A** y **B**. [1]

A:

. . . . . .

B:

. . . . . .

(ii) Indique las fuerzas intermoleculares más significativas en los fosfolípidos de b(i). [2]

Fuerzas que se producen entre los componentes rotulados como **A**:

. . . . . .

. . . . . .

Fuerzas que se producen entre los componentes rotulados como **B**:

. . . . . .

. . . . . .

(La opción B continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción B, pregunta 7)

(c) Los fosfolípidos ayudan a mantener ambientes celulares mientras que los ácidos grasos tienen funciones importantes en el almacenamiento de energía y el aislamiento eléctrico. Discuta las propiedades estructurales de las grasas saturadas necesarias para esas funciones. [2]

Almacenamiento de energía:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Aislamiento eléctrico:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

8. Las diversas funciones de las moléculas biológicas dependen de su estructura y forma.

(a) Clasifique las vitaminas A, C y D como principalmente solubles en grasas o solubles en agua, usando la sección 35 del cuadernillo de datos. [1]

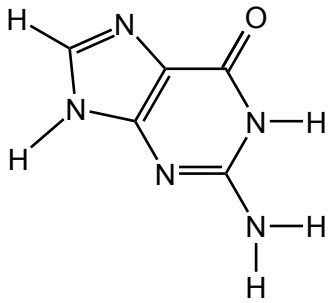
Vitamina	Soluble en
A	. . . . .
C	. . . . .
D	. . . . .

(La opción B continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción B, pregunta 8)

(b) (i) Deduzca la estructura de cadena lineal de la desoxirribosa a partir de su estructura de anillo dibujada en la sección 34 del cuadernillo de datos. [1]

(ii) Dibuje la base nitrogenada que se aparea con la guanina en el ADN, mostrando los enlaces de hidrógeno entre las bases. Use la sección 34 del cuadernillo de datos. [2]



Guanina

(c) El retinal es la molécula clave implicada en la visión. Explique los roles del *cis*- y *trans*-retinal en la visión y cómo se forman los isómeros en el ciclo visual. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción B continúa en la página 21)

No escriba en esta página.

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

(Opción B: continuación)

9. El factor de bioamplificación, FBA, se puede definir como la concentración de un agente químico, X, en un predador, con respecto a la concentración hallada en su presa.

$$\text{FBA} = \frac{[X]_{\text{predador}}}{[X]_{\text{presa}}}\text{, donde } [X] = (\mu\text{g X por kg de peso corporal})$$

(a) Calcule el FBA si un tiburón de 120 kg consume 1000 caballas en **un** año. Cada caballa pesa un promedio de 1 kg. La $[X]_{\text{caballa}} = 0{,}3\ \mu\text{g}$ X por kg de peso corporal. Suponga que el agente químico X permanece en el cuerpo del tiburón durante **dos** años. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) Sugiera, dando una razón, qué xenobióticos tendrán mayor FBA, los solubles en grasa o los solubles en agua. [1]

. . . . . .

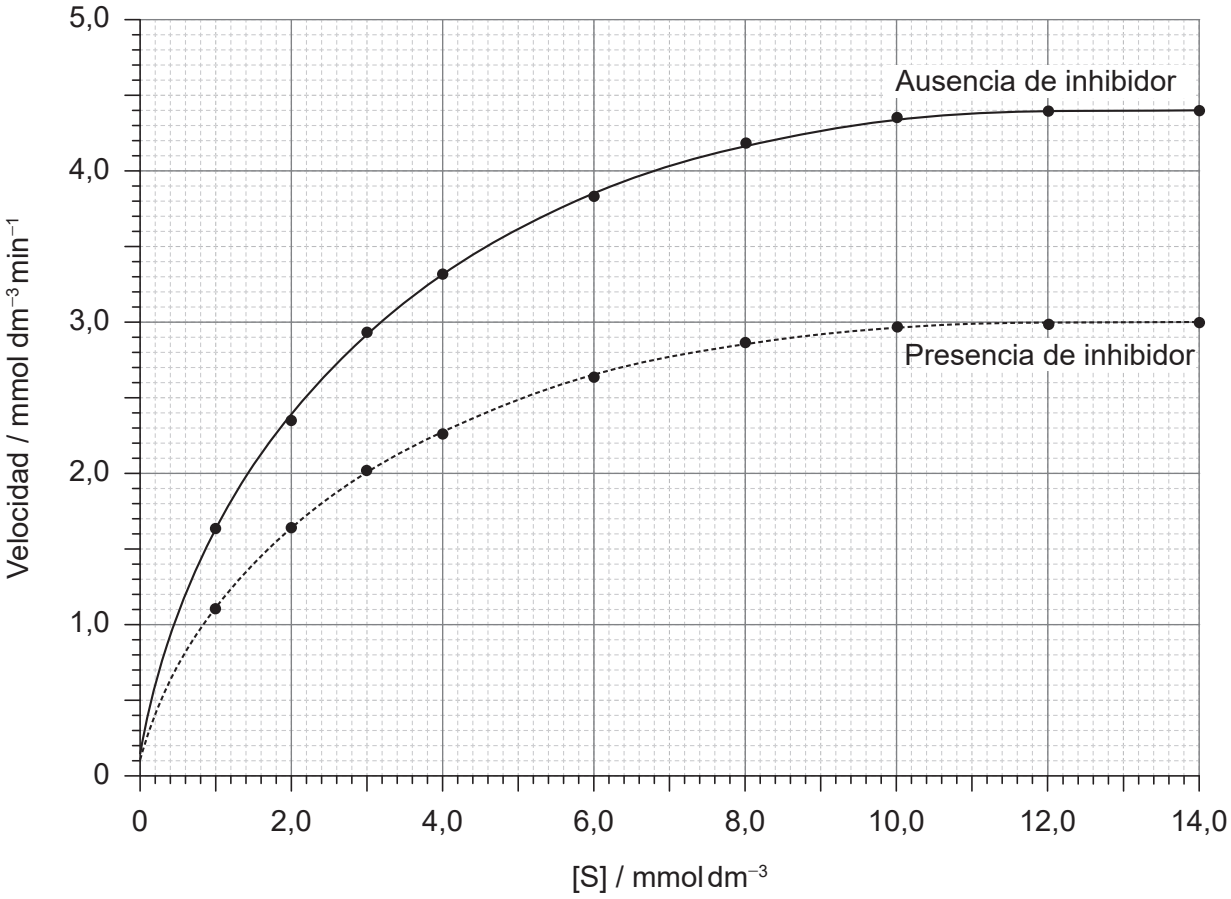
. . . . . .

. . . . . .

(La opción B continúa en la página siguiente)

(Opción B: continuación)

10. Las cinéticas de una reacción catalizada por enzimas se estudian en ausencia y presencia de un inhibidor. La gráfica representa la velocidad inicial en función de la concentración de sustrato.



(a) Identifique el tipo de inhibición que muestra la gráfica. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(La opción B continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción B, pregunta 10)

(b) (i) Determine el valor de V_{max} y K_m en ausencia y presencia del inhibidor. [3]

	V_{max}	K_m
Ausencia del inhibidor	. . . .	. . . .
Presencia del inhibidor	. . . .	. . . .

(ii) Resuma la importancia del valor de la constante de Michaelis, K_m. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Fin de la opción B

Opción C — Energía

11. La gasolina (nafta), el biodiesel y el etanol son combustibles.

	Gasolina (nafta)	**Biodiesel**	**Etanol**
Estructura química	Principalmente hidrocarburos de longitud de cadena C_4–C_{12}	Metil ésteres de ácidos grasos de longitud de cadena C_{12}–C_{22}	CH_3CH_2OH
Densidad de energía / $kJ\,dm^{-3}$	31 800	33 400	21 200

(a) Calcule la energía liberada, en kJ, a partir de la combustión completa de 5,00 dm^3 de etanol. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(b) Indique una clase de compuestos orgánicos que se encuentran en la gasolina. [1]

. . . . . .

(c) Resuma las ventajas y desventajas de usar biodiesel en lugar de gasolina como combustible en un automóvil. Excluya cualquier discusión sobre el coste. [4]

Ventajas:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Desventajas:

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción C continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción C, pregunta 11)

(d) Con frecuencia se usa una mezcla de gasolina y etanol como combustible. Sugiera una ventaja de tal mezcla sobre el uso de gasolina pura. Excluya cualquier discusión sobre el coste. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(e) (i) Cuando arden, los tres combustibles liberan dióxido de carbono, un gas que causa efecto invernadero, así como también partículas. Contraste cómo interactúan el dióxido de carbono y las partículas con la luz solar. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(ii) El metano es otro gas que causa efecto invernadero. Contraste las razones por las que el metano y el dióxido de carbono se consideran importantes gases que causan efecto invernadero. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(iii) Sugiera un número de onda absorbido por el gas metano. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(La opción C continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción C, pregunta 11)

(iv) Determine la velocidad relativa de efusión del metano ($M_r = 16{,}05$) con respecto al dióxido de carbono ($M_r = 44{,}01$), bajo las mismas condiciones de temperatura y presión. Use la sección 1 del cuadernillo de datos. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

12. El 1,57 % de la masa de una roca que pesa 46,5 kg es óxido de uranio(IV), UO_2. El 99,28 % de los átomos de uranio de la roca son uranio-238, ^{238}U.

(a) Muestre que la masa del isótopo ^{238}U en la roca es 0,639 kg. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) El período de semirreacción del ^{238}U es $4{,}46 \times 10^9$ años. Calcule la masa de ^{238}U remanente después de que 0,639 kg se hayan desintegrado durante $2{,}23 \times 10^{10}$ años. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(c) Resuma un riesgo para la salud que produce la exposición a la desintegración radiactiva. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción C continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción C, pregunta 12)

(d) Deduzca la ecuación nuclear para la desintegración del uranio-238 en thorio-234. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(e) La energía de enlace por nucleón del thorio-234 es mayor que la del uranio-238. Resuma qué significa la energía de enlace de un núcleo. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(f) Determine la energía de enlace nuclear, en J, del ^{238}U usando las secciones 2 y 4 del cuadernillo de datos.

La masa del núcleo de ^{238}U es 238,050786 uma. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción C continúa en la página siguiente)

(Opción C: continuación)

13. Se construye una pila voltaica con semipilas de níquel y magnesio.

$$Mg\ (s)\ |\ Mg^{2+}(aq)\ |\ |\ Ni^{2+}(aq)\ |\ Ni\ (s)$$

(a) Escriba la ecuación ajustada para la reacción en esta pila voltaica. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(b) Calcule el potencial de la pila para $Mg^{2+}(aq)$ 0,0100 mol dm^{-3} y $Ni^{2+}(aq)$ 0,800 mol dm^{-3} a 298 K. Use las secciones 1, 2 y 24 del cuadernillo de datos. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(c) Prediga, dando una razón, cómo afecta un aumento de temperatura al potencial de esta pila. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción C continúa en la página siguiente)

(Opción C: continuación)

14. El dopado del silicio aumenta la conductividad de los semiconductores.

(a) Describa el dopado de semiconductores tipo p y tipo n. [2]

Tipo p:

. . . . . .

. . . . . .

Tipo n:

. . . . . .

. . . . . .

(b) Explique cómo el dopado mejora la conductividad del silicio. [1]

. . . . . .

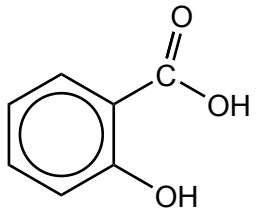
. . . . . .

. . . . . .

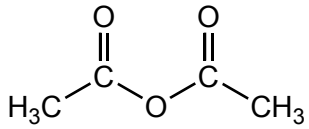
Fin de la opción C

Opción D — Química medicinal

15. La aspirina se obtiene haciendo reaccionar ácido salicílico con anhídrido etanoico. La estructura de la aspirina se da en la sección 37 del cuadernillo de datos.



Ácido salicílico



Anhídrido etanoico

(a) Deduzca la fórmula estructural del subproducto de esta reacción. [1]

(b) Los cristales de aspirina se lavan con agua después de una recristalización para eliminar impurezas. Sugiera por qué se usa agua **fría**. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(c) La solubilidad de la aspirina se aumenta convirtiéndola en una forma iónica. Dibuje la estructura de la forma iónica de la aspirina. [1]

(La opción D continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción D, pregunta 15)

(d) Comente sobre el riesgo de sobredosis cuando se ingiere aspirina como analgésico, haciendo referencia a los siguientes valores para una persona que pesa 70 kg:

Dosis terapéutica mínima = 0,5 g

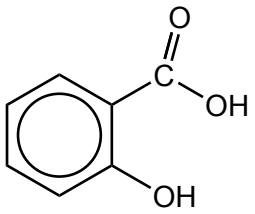
Dosis mínima letal estimada = 15 g [1]

. . . . . .

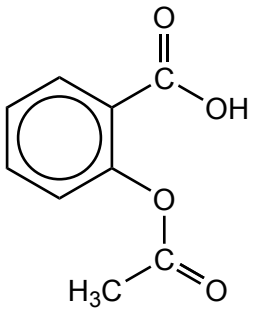
. . . . . .

. . . . . .

(e) Explique cómo se usa la espectroscopía IR para diferenciar aspirina de ácido salicílico. [2]



Ácido salicílico



Aspirina

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción D continúa en la página siguiente)

(Opción D: continuación)

16. Considere los siguientes antiácidos:

	Antiácido X	**Antiácido Y**
Sustancia activa	Hidróxido de magnesio (M_r = 58,32)	Carbonato de calcio (M_r = 100,09)
Masa de sustancia activa por tableta / g	0,200	0,220

Muestre que el antiácido **X** es más efectivo, por tableta, que el antiácido **Y**. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

17. El tecnecio-99m es el isótopo más habitual para el diagnóstico en medicina.

(a) Indique el tipo de radiación que emite el tecnecio-99m. [1]

. . . . . .

(b) Discuta las propiedades que hacen que un radioisótopo sea adecuado para el **diagnóstico**. [3]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción D continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción D, pregunta 17)

(c) Describa la eliminación adecuada de los residuos radiactivos de bajo nivel de los hospitales. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(d) El período de semirreacción del tecnecio-99m es de 6,03 horas. Calcule la cantidad de $1{,}00 \times 10^{-11}$ mol de tecnecio-99m remanente después de 48,0 horas. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

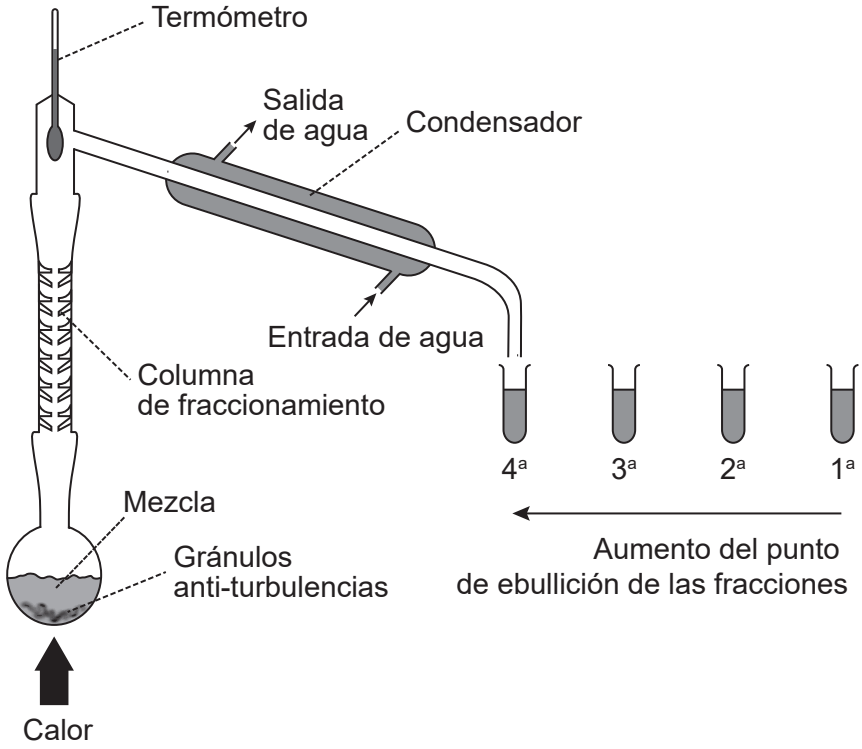
. . . . . .

. . . . . .

(La opción D continúa en la página siguiente)

(Opción D: continuación)

18. Una mezcla de 0,100 mol de etanal, 0,100 mol de etanol y 0,200 mol de ácido etanoico se somete a destilación fraccionada.



(a) (i) Calcule la fracción molar del etanal en la mezcla. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(ii) La presión de vapor del etanal puro a 20 °C es 101 kPa.

Calcule la presión de vapor del etanal por encima de la mezcla líquida a 20 °C. [1]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(La opción D continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción D, pregunta 18)

(b) Describa cómo se separa esta mezcla por destilación fraccionada. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

19. Considere las estructuras de las moléculas medicinales de la sección 37 del cuadernillo de datos.

(a) Explique cómo actúa el zanamivir como agente preventivo contra los virus de la gripe. [2]

. . . . . .

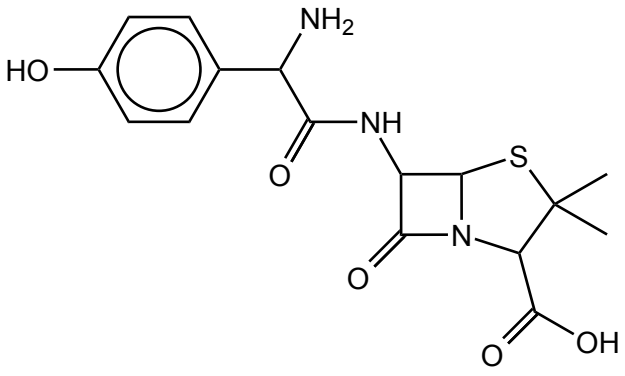
. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(b) (i) Rodee con un círculo la cadena lateral de la penicilina en la estructura de abajo. [1]



(La opción D continúa en la página siguiente)

(Continuación: opción D, pregunta 19)

(ii) Explique, haciendo referencia a la acción de la penicilina, por qué es necesario producir nuevas penicilinas con diferentes cadenas laterales. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

(c) (i) Indique y explique la solubilidad relativa de la codeína en agua en comparación con la morfina y la diamorfina. [2]

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

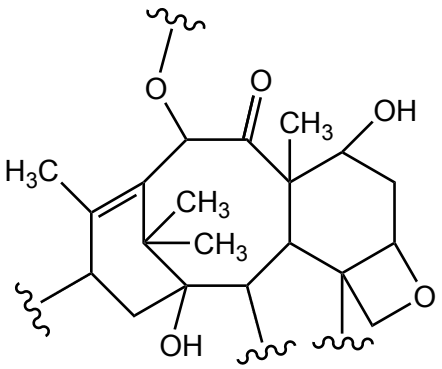
. . . . . .

(ii) Indique la fuente natural a partir de la que se obtienen la codeína, la morfina y la diamorfina. [1]

. . . . . .

. . . . . .

(d) Rodee con círculos **dos** átomos de carbono quirales en la sección de la estructura del Taxol de abajo. [1]



Fuentes:

2. © Organización del Bachillerato Internacional, 2020.

4.(c)(ii) © Organización del Bachillerato Internacional, 2020.

6.(a)(i) © Organización del Bachillerato Internacional, 2020.

7.(b)(i) © Organización del Bachillerato Internacional, 2020.

9. Franklin, J., 2015. *How reliable are field-derived biomagnification factors and trophic magnification factors as indicators of bioaccumulation potential? Conclusions from a case study on per- and polyfluoroalkyl substances.* https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ieam.1642.

11. El Departamento de Energía de los Estados Unidos (U.S. Department of Energy). https://afdc.energy.gov/.

No escriba en esta página.

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

No escriba en esta página.

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

No escriba en esta página.

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