

© 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/>.

Chimie
Niveau supérieur
Épreuve 1

Mercredi 10 novembre 2021 (après-midi)

1 heure

Instructions destinées aux candidats

- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions.
- Choisissez pour chaque question la réponse que vous estimez la meilleure et indiquez votre choix sur la feuille de réponses qui vous est fournie.
- Le tableau périodique est inclus pour référence en page 2.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est de **[40 points]**.

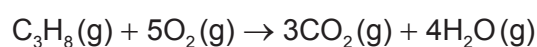
Le tableau de la classification périodique des éléments

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 1,01	Numéro atomique Élément Masse atomique relative																	2 He 4,00
2	3 Li 6,94																		4 Be 9,01
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)				

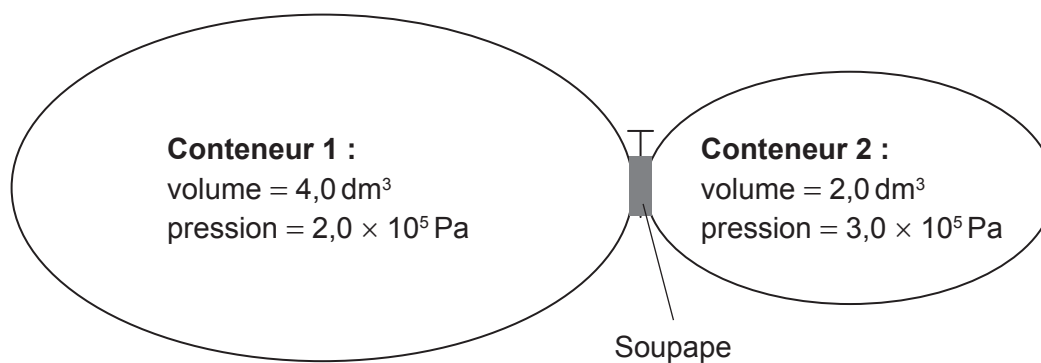
1. Quelle quantité d'éthanol contient $1,20 \times 10^{24}$ atomes de carbone ?

Constante d'Avogadro, L ou 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. 3,00 mol de C_3H_8 sont mélangées à 20,00 mol de O_2 . Quelle est la quantité présente à la fin de la réaction ?



- A. 1,00 mol de C_3H_8
 B. 5,00 mol de O_2
 C. 12,00 mol de CO_2
 D. 16,00 mol de H_2O
3. Les deux conteneurs représentés sont connectés par une soupape. Quelle est la pression totale résultant de l'ouverture de la soupape et du mélange des deux gaz à température 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. Quelle espèce chimique dispose de deux neutrons de plus que d'électrons ?



- A. ${}^6_3\text{Li}^+$
- B. ${}^9_4\text{Be}^{2+}$
- C. ${}^{23}_{11}\text{Na}^+$
- D. ${}^{42}_{20}\text{Ca}^{2+}$

5. Quelle affirmation explique pourquoi la **deuxième** énergie d'ionisation de l'aluminium est supérieure à la **première** énergie d'ionisation du magnésium ?

- A. L'énergie d'ionisation augmente le long de la période 3.
- B. Le niveau d'énergie des électrons 3p est supérieur à celui des électrons 3s.
- C. Les électrons 3p sont plus éloignés du noyau que les électrons 2p.
- D. Les deux ont le même nombre d'électrons et l'aluminium a un proton supplémentaire.

6. Quel est l'ion ayant le rayon le plus grand ?

- A. Na^+
- B. Mg^{2+}
- C. P^{3-}
- D. S^{2-}

7. Quelle combinaison décrit la nature acido-basique des oxydes d'aluminium et de phosphore ?

	Aluminium	Phosphore
A.	Oxyde amphotère	Oxyde acide
B.	Oxyde basique	Oxyde amphotère
C.	Oxyde acide	Oxyde amphotère
D.	Oxyde amphotère	Oxyde basique

8. Quel ion complexe contient un ion central présentant un état d'oxydation de +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. Quelle combinaison créerait la liaison ionique la plus forte ?

	Rayon ionique	Charges sur les ions
A.	grand	fortes
B.	grand	faibles
C.	petit	fortes
D.	petit	faibles

10. Quel composé contient à la fois des liaisons ionique et covalente ?

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

11. Les composés suivants ont des masses moléculaires relatives similaires. Quel est l'ordre croissant des températures d'ébullition ?

- 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. Quelles molécules contiennent deux liaisons pi (π) ?

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

- A. I et II seulement
- B. I et III seulement
- C. II et III seulement
- D. I, II et III

13. Quelle est l'hybridation de l'azote et du chlore dans 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. Quelle réaction de combustion libère le **moins** d'énergie par mole de C_3H_8 ?

Enthalpie de liaison approximative (kJ mol^{-1})

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

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

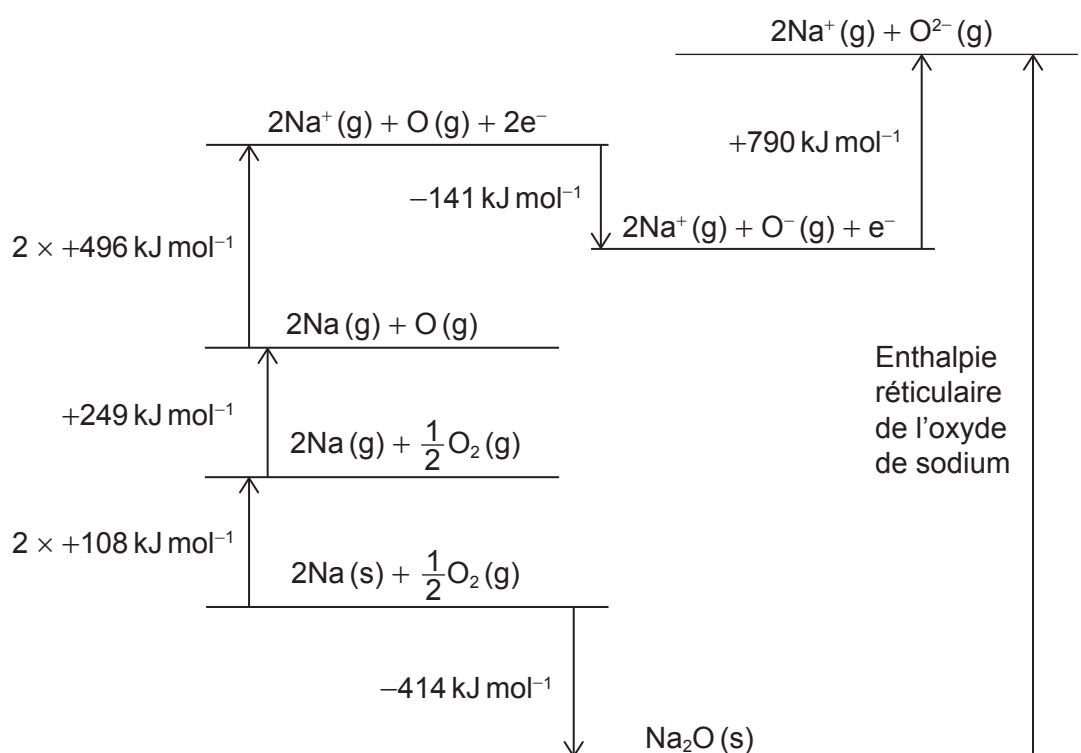
$\text{C}\equiv\text{O}$ 1000

- 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. Quelle équation représente l'enthalpie standard de formation de l'oxyde de lithium ?

- 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. Considérez le cycle de Born-Haber pour la formation de l'oxyde de sodium :



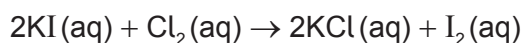
Quelle est l'enthalpie réticulaire, en kJ mol^{-1} , de l'oxyde de sodium ?

- 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. Dans laquelle des situations suivantes la réaction directe est-elle spontanée ?

- A. La constante d'équilibre est supérieure à celle en conditions normales.
- B. Le potentiel de la cellule est négatif.
- C. La variation d'énergie libre de Gibbs de la réaction inverse est négative.
- D. La variation d'entropie de l'univers pour la réaction directe est négative.

18. Quel instrument est le mieux approprié pour suivre la vitesse de cette réaction ?

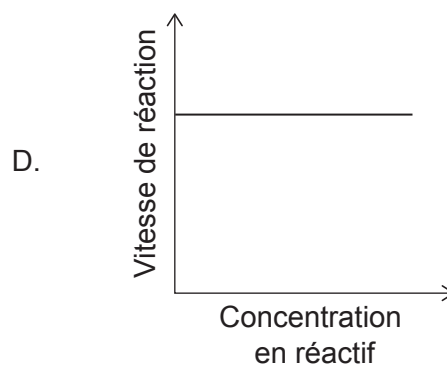
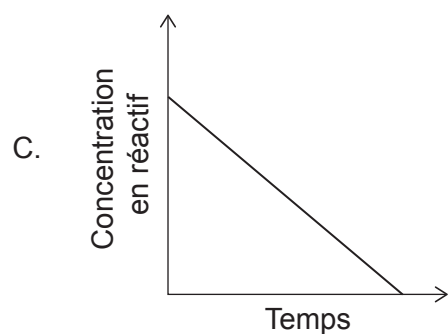
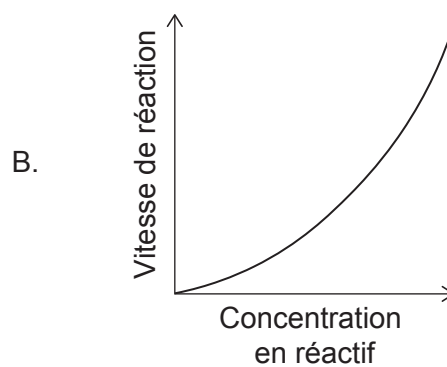
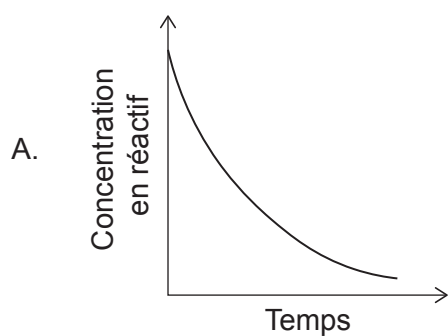


- A. Balance
- B. Colorimètre
- C. Fiole jaugée
- D. Seringue à gaz

19. Laquelle de ces combinaisons a la plus grande vitesse de réaction à température ambiante ?

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

20. Quel graphique représente une réaction de premier ordre ?



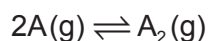
21. L'expression de vitesse d'une réaction est :

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

Quel mécanisme est cohérent avec cette expression de vitesse ?

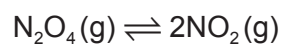
- A. $2A \rightleftharpoons I$ Rapide
 $I + B \rightarrow P$ Lent
- B. $A + B \rightleftharpoons I$ Rapide
 $I + A \rightarrow P$ Lent
- C. $A \rightarrow I$ Lent
 $I + B \rightarrow P$ Rapide
- D. $B \rightleftharpoons I$ Rapide
 $I + A \rightarrow P$ Lent

22. Une réaction réversible a un quotient de réaction, Q , de 4,5 et une constante d'équilibre, K_c , de 6,2.

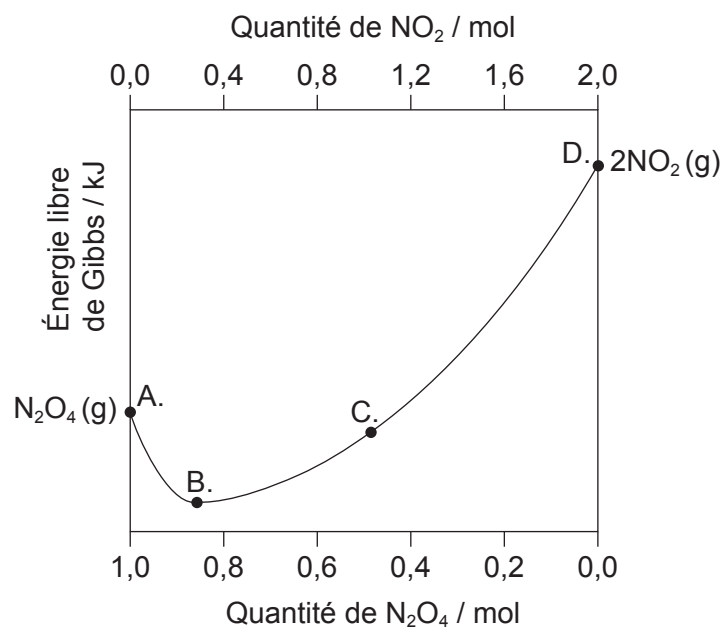


Quelle proposition décrit la réaction à cet instant ?

- A. Le système a atteint l'équilibre.
 - B. La vitesse de la réaction directe est supérieure à la vitesse de la réaction inverse.
 - C. La concentration en réactif est supérieure à la concentration en produit.
 - D. À l'équilibre, la concentration en réactif est supérieure à la concentration en produit.
23. Le graphique représente l'énergie libre de Gibbs d'un mélange de $N_2O_4(g)$ et $NO_2(g)$ pour différentes proportions.



Quel point correspond au système à l'équilibre ?



24. Quels ions sont présents dans une solution aqueuse de Na_2CO_3 ?

- I. HCO_3^-
- II. OH^-
- III. CO_3^{2-}

- A. I et II seulement
- B. I et III seulement
- C. II et III seulement
- D. I, II et III

25. Quel est le pH d'une solution de KOH (aq) à $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$?

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

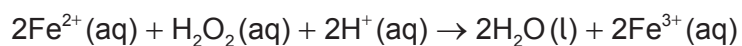
26. Quelle valeur peut avoir le pH au point d'équivalence dans le titrage d'un acide fort avec une base faible ?

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

27. Qu'est-ce qui est correct pour l'eau chaude pure ?

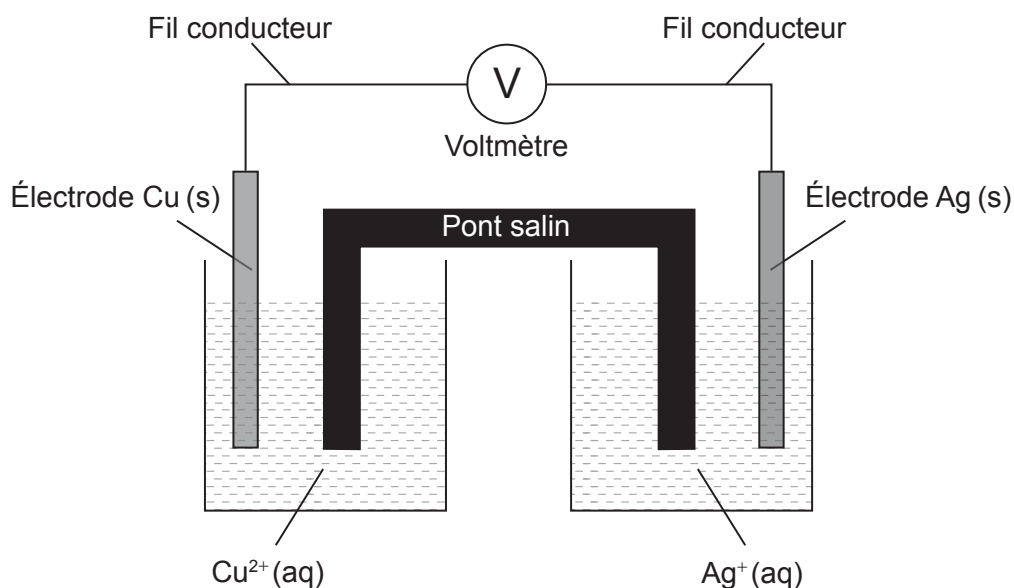
	pH	$[\text{H}^+]$ et $[\text{OH}^-]$
A.	exactement 7	$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$
B.	inférieur à 7	$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$
C.	inférieur à 7	$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$
D.	supérieur à 7	$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$

28. Quelle est la variation dans l'état d'oxydation de l'oxygène ?



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

29. Considérez cette cellule galvanique, où Cu est un métal plus réactif que Ag :



Quelle combinaison décrit le mouvement de charge dans cette cellule ?

	Flux d'électrons dans les fils conducteurs	Flux d'ions négatifs dans le pont salin
A.	Ag(s) vers Cu(s)	Vers Ag ⁺ (aq)
B.	Cu(s) vers Ag(s)	Vers Ag ⁺ (aq)
C.	Ag(s) vers Cu(s)	Vers Cu ²⁺ (aq)
D.	Cu(s) vers Ag(s)	Vers Cu ²⁺ (aq)

30. Considérez les potentiels standard d'électrode suivants :

Demi-équation	E^\ominus / V
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{s})$	-0,13
$\frac{1}{2}\text{Br}_2(\text{l}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Br}^-(\text{aq})$	+1,09

Quelles espèces chimiques réagiront spontanément l'une avec l'autre dans les conditions normales ?

- A. $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{s})$
- B. $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{l})$
- C. $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Br}^-(\text{aq})$
- D. $\text{Pb}(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{l})$

31. Quelles solutions aqueuses produisent de l'oxygène gazeux lors de l'électrolyse ?

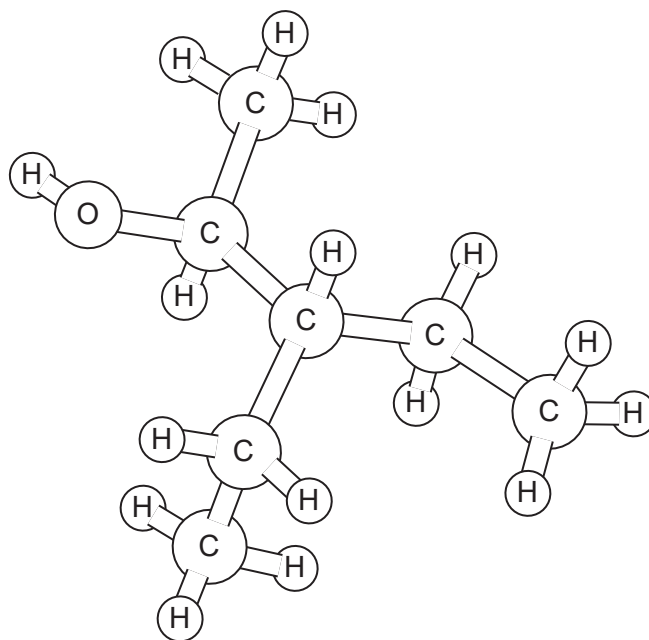
- I. $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ dilué avec électrodes inertes
- II. $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ dilué avec électrodes inertes
- III. $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ dilué avec électrodes de cuivre

Les potentiels standard d'électrode sont fournis dans le tableau :

Demi-équation	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. I et II seulement
- B. I et III seulement
- C. II et III seulement
- D. I, II et III

32. En appliquant les règles de l'UICPA, quel est le nom de cette substance ?

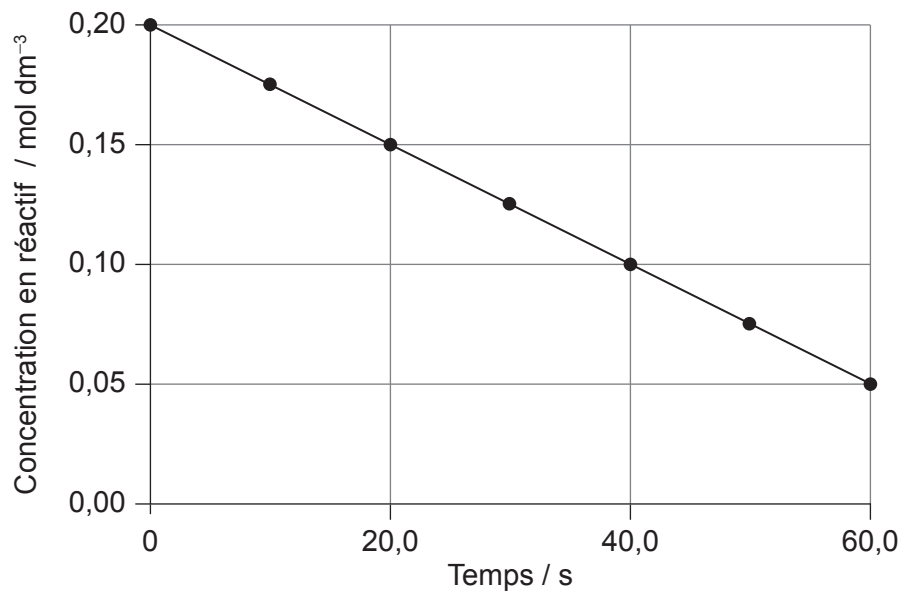


- A. 2-éthyl-1-méthylbutan-1-ol
 - B. 1-méthyl-2-éthylbutan-1-ol
 - C. 3-éthylpentan-2-ol
 - D. 3-éthylpentan-4-ol
33. Dans quelle paire les composés sont-ils des isomères de structure ?
- A. Propane et propène
 - B. Propanal et propanone
 - C. Propan-1-ol et propanal
 - D. Propanoate de propyle et acide propanoïque
34. Quelle est la formule générale des alcynes ?
- A. C_nH_{2n+2}
 - B. C_nH_{2n}
 - C. C_nH_{2n-2}
 - D. C_nH_n

35. Quelle est la proposition correcte au sujet des isomères de configuration ?
- A. Les isomères de configuration peuvent uniquement être intervertis en rompant et en reformant des liaisons.
 - B. Les isomères de configuration ont des formules moléculaires différentes mais les mêmes formules développées.
 - C. Les isomères de configuration ne sont pas des composés distincts.
 - D. Les isomères de configuration ont toujours des propriétés physiques identiques.
36. Quel produit est formé suite à la réduction du $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ avec du borohydrure de sodium ?
- 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. Quelle espèce chimique attaquante est associée à son mécanisme de réaction ?

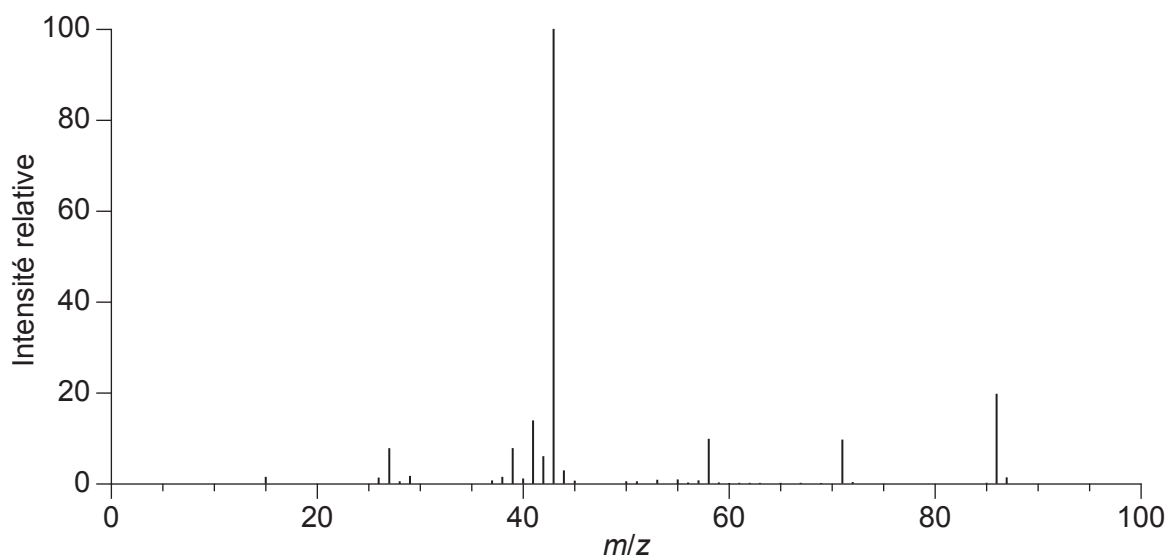
	Espèce chimique attaquante	Type de mécanisme
A.	OH^-	Substitution électrophile
B.	Cl^+	Addition nucléophile
C.	NH_4^+	Addition nucléophile
D.	NO_2^+	Substitution électrophile

38. Quelle est la pente du graphique ci-dessous ?



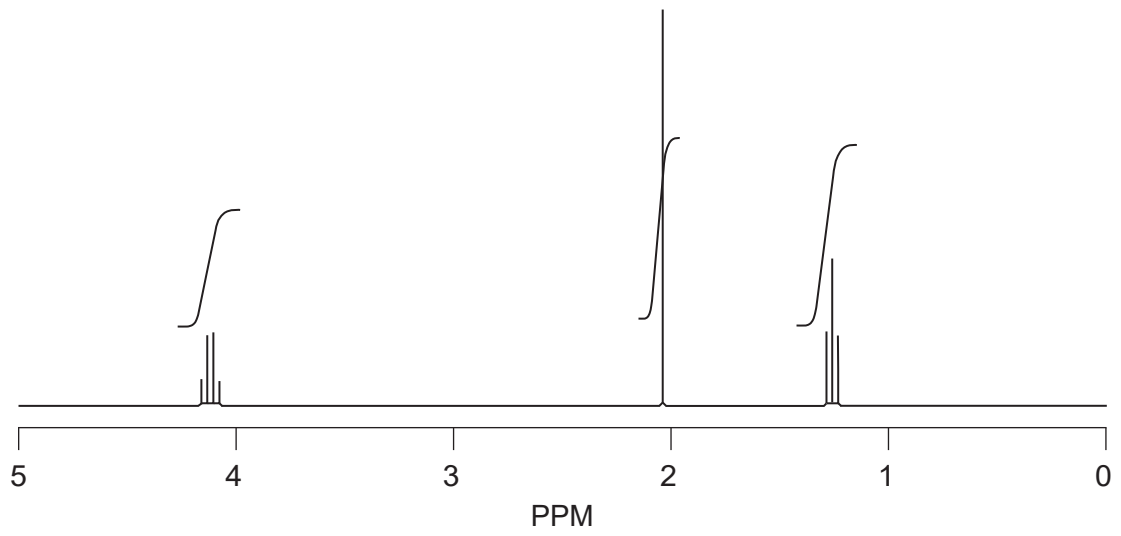
- A. $-0,0025 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- B. $-0,0025 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}$
- C. $-0,0033 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- D. $-0,0033 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}$

39. Qu'est-ce qui peut être déduit du spectre de masse du $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$?



- A. La masse molaire est 43 g mol^{-1} .
- B. Les atomes ont de nombreux isotopes.
- C. La liaison la plus prompte à se rompre est la liaison C–C entre les carbones 2 et 3.
- D. Le signal de plus grande masse est dû à l'oxydation de la cétone dans le spectromètre.

40. Quelle est la substance ayant le spectre RMN ^1H suivant ?



- A. Propane
 - B. Propanal
 - C. Acide butanoïque
 - D. Éthanoate d'éthyle
-

Références :

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. Sauf indication contraire, les manuels sur ce site sont sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>.
39. NIST Mass Spectrometry Data Center Collection © 2021 copyright by the U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America [droits d'auteur du secrétaire américain au Commerce au nom des États-Unis d'Amérique]. Tous droits réservés. 2-Pentanone Mass Spectrum, MS Number 291264. [graphique] <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C107879&Units=SI&Mask=200#Mass-Spec2-pentanone> [consulté le 4 mai 2020]. Source adaptée.
40. SDBS, National Institute of Advanced Science and Technology.

Tous les autres textes, graphiques et illustrations : © Organisation du Baccalauréat International 2021