

© International Baccalaureate Organization 2023

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2023

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2023

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

# Chimie

## Niveau supérieur

### Épreuve 1

11 mai 2023

**Zone A** après-midi | **Zone B** matin | **Zone C** 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 H 1,01																	2 He 4,00	
2	3 Li 6,94	4 Be 9,01	Numéro atomique Élément Masse atomique relative															
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
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)		

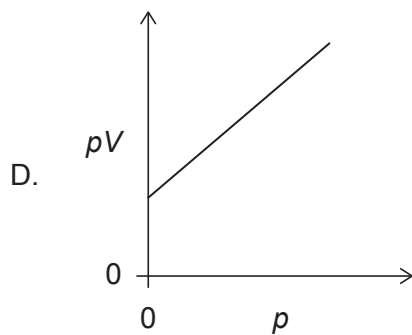
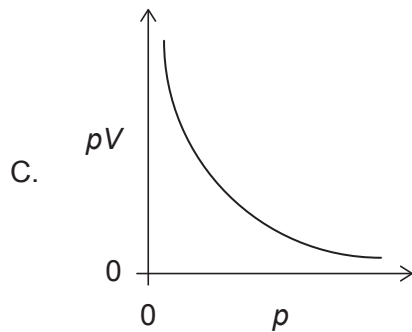
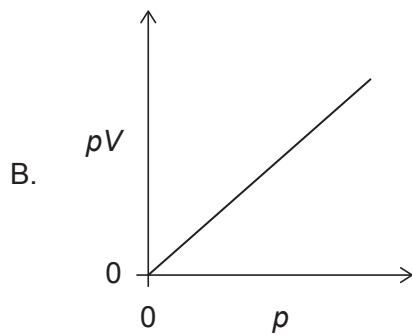
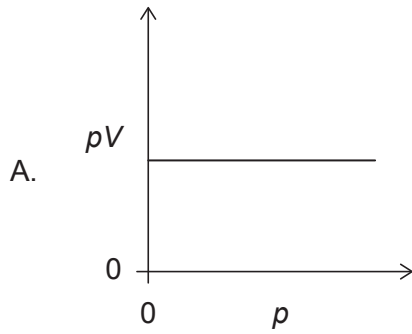
1. Quelle est la masse d'une molécule de  $C_{60}$  ?

$$N_A = 6,0 \times 10^{23}$$

- A.  $1,0 \times 10^{-22} \text{ g}$
- B.  $2,0 \times 10^{-23} \text{ g}$
- C.  $8,3 \times 10^{-24} \text{ g}$
- D.  $1,2 \times 10^{-21} \text{ g}$
2.  $20 \text{ cm}^3$  d'un gaz A réagit avec  $20 \text{ cm}^3$  d'un gaz B pour produire  $10 \text{ cm}^3$  d'un gaz  $A_xB_y$  et  $10 \text{ cm}^3$  gaz A en excès. Quelles sont les valeurs correctes des indices **x** et **y** dans la formule empirique du produit  $A_xB_y(g)$  ?

	<b>x</b>	<b>y</b>
A.	2	1
B.	2	2
C.	1	1
D.	1	2

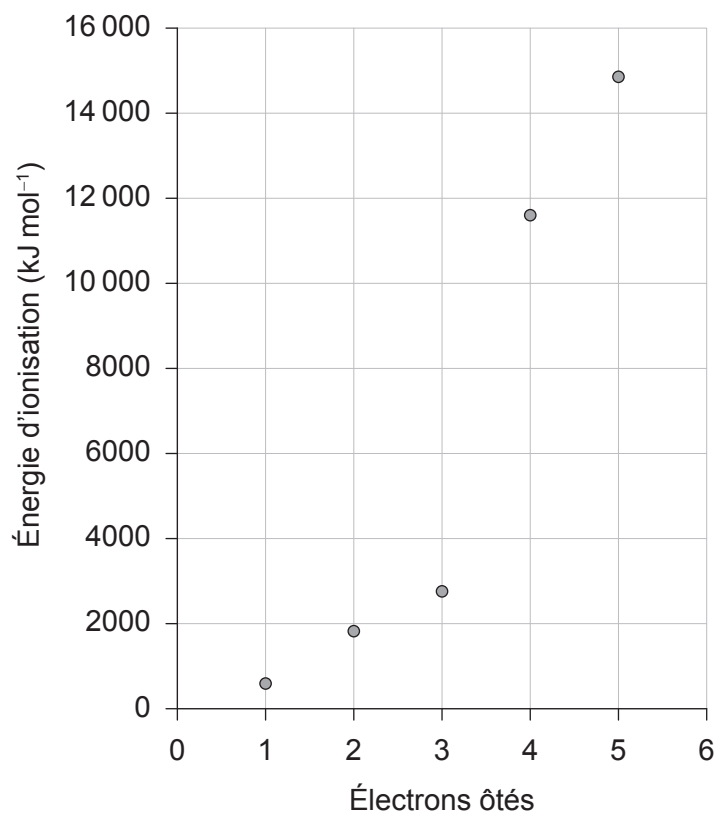
3. Le volume  $V$  a été mesuré à température constante et à différentes valeurs de pression  $p$  pour une masse fixe de gaz parfait. Quel graphique montre la relation correcte entre  $pV$  et  $p$  ?



4. Quelle est, à l'état fondamental, la configuration électronique correcte des orbitales pour  $2s^2 2p^2$  ?

	2s	2p		
A.	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑↓</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"></div>
B.	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑↓</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↓</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"></div>
C.	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑↑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"></div>
D.	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑↑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↑</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">↓</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"></div>

5. Les énergies d'ionisation successives pour un élément de la période 3 sont montrées.



Quel élément de la période 3 présente ces énergies d'ionisation successives ?

- A. Na
- B. Mg
- C. Al
- D. Si

6. Quelle séquence présente les oxydes arrangés par ordre d'acidité croissante ?
- $\text{Na}_2\text{O} < \text{Al}_2\text{O}_3 < \text{SO}_3$
  - $\text{Al}_2\text{O}_3 < \text{SO}_3 < \text{Na}_2\text{O}$
  - $\text{SO}_3 < \text{Na}_2\text{O} < \text{Al}_2\text{O}_3$
  - $\text{SO}_3 < \text{Al}_2\text{O}_3 < \text{Na}_2\text{O}$
7. Quelles propriétés augmentent à mesure que l'on descend dans le groupe 1 des métaux alcalins ?
- rayon atomique
  - température de fusion
  - réactivité avec l'eau
- I et II uniquement
  - I et III uniquement
  - II et III uniquement
  - I, II et III
8. Lequel de ces facteurs explique pourquoi les ions  $\text{NiCl}_4^{2-}$  et  $\text{CoCl}_4^{2-}$  ont différentes couleurs ?
- Nature de l'ion métallique
  - Charge de l'ion métallique
  - Nature du ligand dans le complexe
  - Séries spectrochimiques
9. Quel composé contient un élément avec un octet incomplet d'électrons ?
- $\text{BF}_3$
  - $\text{CF}_4$
  - $\text{OF}_2$
  - $\text{ClF}_3$

10. Quelle est la séquence correcte si les composés sont arrangés par ordre croissant de température d'ébullition ?

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

11. Quelle est la comparaison correcte des angles de liaison H—N—H dans  $\text{NH}_2^-$ ,  $\text{NH}_3$ , et  $\text{NH}_4^+$  ?

- A.  $\text{NH}_2^- < \text{NH}_3 < \text{NH}_4^+$
- B.  $\text{NH}_4^+ < \text{NH}_3 < \text{NH}_2^-$
- C.  $\text{NH}_3 < \text{NH}_2^- < \text{NH}_4^+$
- D.  $\text{NH}_3 < \text{NH}_4^+ < \text{NH}_2^-$

12. Sur la base de la charge formelle, quelle est la structure de Lewis valide et préférée pour le radical  $\text{NO}_2\cdot$  ?

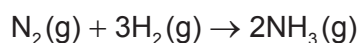
- A.  $\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}=\text{N}=\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \cdot \end{array}$
- B.  $\begin{array}{c} \cdot \ddot{\text{O}}=\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \cdot \end{array}$
- C.  $\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}=\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \cdot \end{array}$
- D.  $\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}=\text{N}=\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \cdot \end{array}$

13. Quelles longueur d'onde et énergie lumineuse rompent des liaisons dans les molécules d'ozone plutôt que dans les molécules d'oxygène ?

- A. Longueur d'onde plus courte et plus petite énergie
- B. Longueur d'onde plus courte et plus grande énergie
- C. Longueur d'onde plus longue et plus petite énergie
- D. Longueur d'onde plus longue et plus grande énergie



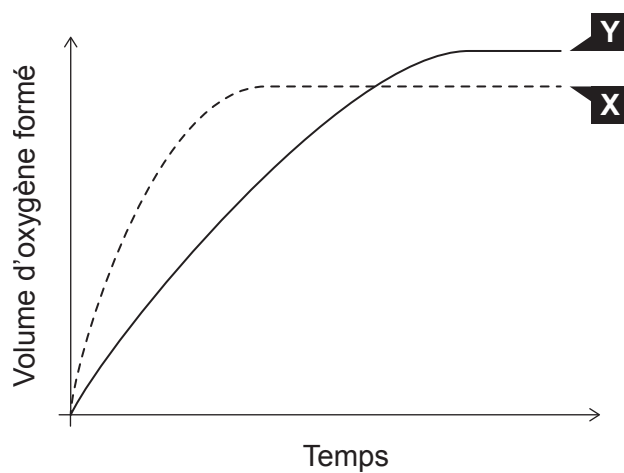
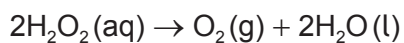
14. L'enthalpie de formation de l'ammoniac gazeux est de  $-46 \text{ kJ mol}^{-1}$ .



Quelle est, en kJ, l'énergie libérée lors de la réaction ?

- A. 23
  - B. 46
  - C. 69
  - D. 92
15. Lorsque  $100 \text{ cm}^3$  de HCl à  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$  est mélangé avec  $100 \text{ cm}^3$  de NaOH à  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ , la température de la solution formée augmente de  $5,0^\circ\text{C}$ . Quelle sera la variation de température, en  $^\circ\text{C}$ , lorsque  $50 \text{ cm}^3$  de HCl à  $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$  est mélangé avec  $50 \text{ cm}^3$  de NaOH à  $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$  ?
- A. 2,5
  - B. 5,0
  - C. 10
  - D. 20
16. Lesquelles de ces transformations impliquent une augmentation d'entropie ?
- A.  $\text{Cl}(\text{g}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-(\text{g})$  et  $\text{Li}(\text{g}) \rightarrow \text{Li}^+(\text{g}) + \text{e}^-$
  - B.  $\text{Li}(\text{s}) \rightarrow \text{Li}(\text{g})$  et  $\text{Li}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{LiCl}(\text{s})$
  - C.  $\text{Cl}(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g})$  et  $\text{Li}(\text{s}) \rightarrow \text{Li}(\text{g})$
  - D.  $\frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cl}(\text{g})$  et  $\text{Li}(\text{s}) \rightarrow \text{Li}(\text{g})$
17. Qu'est-ce qui est correct lorsque  $\Delta H - T\Delta S = 0$  ?
- A. La réaction directe est favorisée.
  - B. La réaction inverse est favorisée.
  - C. La réaction est à l'état d'équilibre.
  - D. Aucune transformation chimique ne peut avoir lieu.

18. Sur le graphique suivant, la courbe **X** montre le volume d'oxygène formé lors de la décomposition catalytique d'une solution de peroxyde d'hydrogène à  $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ .



Quel changement conduirait à la courbe **Y** ?

- A. Ajouter de l'eau.
- B. Ajouter une solution de peroxyde d'hydrogène à  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ .
- C. Ajouter une solution de peroxyde d'hydrogène à  $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$ .
- D. Répéter l'expérience sans catalyseur.

19. Quelles deux espèces en collision ont la plus grande probabilité d'avoir la bonne orientation pour produire une réaction ?

- A.  $\text{Cl}\cdot + \text{Cl}\cdot$
- B.  $\text{Cl}\cdot + \text{CH}_3\cdot$
- C.  $\text{HCl} + \text{CH}_2=\text{CH}_2$
- D.  $\text{CF}_3\text{Cl} + \text{O}_3$

20. Quel mécanisme proposé pour la réaction suivante est cohérent avec la loi de vitesse ?



A.

Étape 1 (lente)	Étape 2 (rapide)
$\text{NO} + \text{F}_2 \rightarrow \text{NOF} + \text{F}$	$\text{F} + \text{NO} \rightarrow \text{NOF}$

B.

Étape 1 (rapide)	Étape 2 (lente)
$\text{NO} + \text{F}_2 \rightarrow \text{NOF} + \text{F}$	$\text{F} + \text{NO} \rightarrow \text{NOF}$

C.

Une étape
$\text{NO} + \text{NO} + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{NOF}$

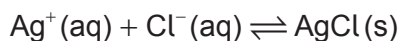
D.

Étape 1 (lente)	Étape 2 (rapide)
$\text{NO} + \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_2$	$\text{N}_2\text{O}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{NOF}$

21. Quelle valeur augmente lorsque la température d'une réaction augmente ?

- A. L'énergie d'activation
- B. La constante de vitesse
- C. L'enthalpie de réaction
- D. La constante d'équilibre d'une réaction exothermique

22. Quelle condition entraîne un déplacement de l'équilibre vers la droite ?



- A. La moitié de AgCl solide est retirée.
- B. De l'eau est ajoutée.
- C. Du NaCl solide est ajouté.
- D. Le système est soumis à une pression accrue.

23. Quelles valeurs de constante d'équilibre,  $K$ , et d'énergie libre de Gibbs,  $\Delta G$ , favorisent la réaction inverse d'un équilibre ?

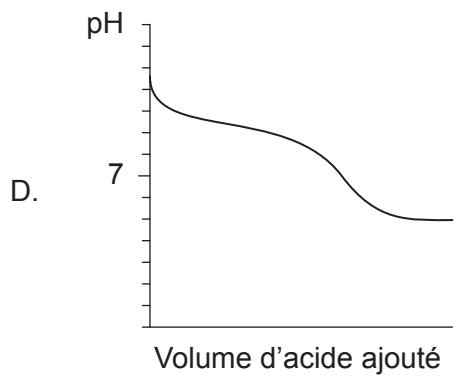
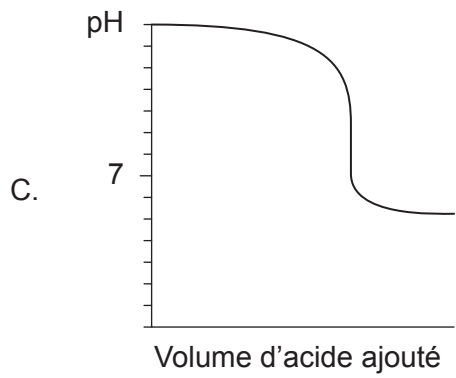
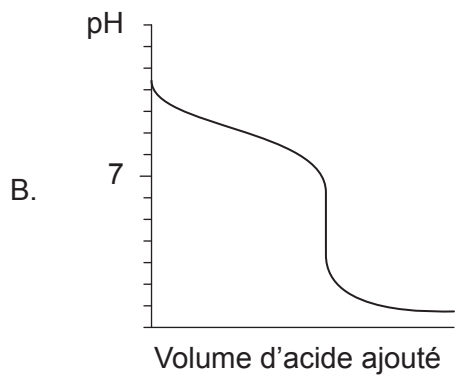
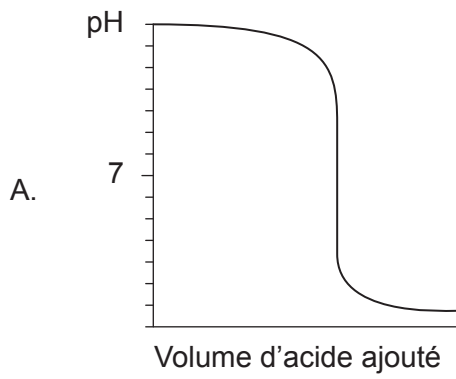
	Valeur de $K$	Valeur de $\Delta G$
A.	>1	positive
B.	>1	négative
C.	<1	positive
D.	<1	négative

24. Quel est l'ordre croissant de conductivité des solutions aqueuses de ces acides et bases, à égales concentrations ?

	$\text{p}K_b$
Méthylamine	3,34
Éthanol	15,5
Phénylamine	9,13

- A. méthylamine < éthanol < phénylamine
- B. éthanol < phénylamine < méthylamine
- C. méthylamine < phénylamine < éthanol
- D. éthanol < méthylamine < phénylamine

25. Quel graphique représente la courbe de pH d'une base faible dosée avec un acide fort ?



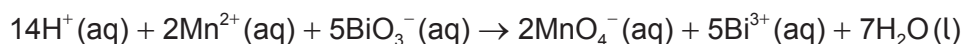
26. Quelle condition conduit à une solution tampon ?

- A. Neutralisation complète d'un acide fort par une base forte.
- B. Neutralisation complète d'un acide faible par une base faible.
- C. Neutralisation partielle d'un acide fort par une base faible.
- D. Neutralisation partielle d'un acide faible par une base forte.

27. La constante de produit ionique de l'eau,  $K_e$ , est de  $3 \times 10^{-15}$  à  $10^\circ\text{C}$  et de  $5 \times 10^{-13}$  à  $98^\circ\text{C}$ . Qu'est-ce qui est vrai à propos des concentrations en ions hydrogène et hydroxyde, à ces températures lorsque  $\text{pH} = 7$  ?

	pH = 7 à $10^\circ\text{C}$	pH = 7 à $98^\circ\text{C}$
A.	$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$	$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$
B.	$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$	$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$
C.	$[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$	$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$
D.	$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$	$[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$

28. Quelle espèce chimique est l'agent oxydant ?



- A.  $\text{H}^+(\text{aq})$
- B.  $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$
- C.  $\text{BiO}_3^-(\text{aq})$
- D.  $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$

29. Quel procédé chimique produirait une pile voltaïque ?

- A. Réaction redox spontanée
- B. Réaction non redox spontanée
- C. Réaction redox non spontanée
- D. Réaction non redox non spontanée

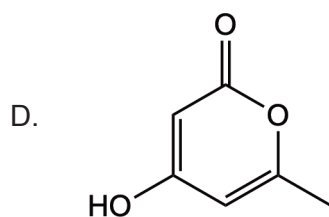
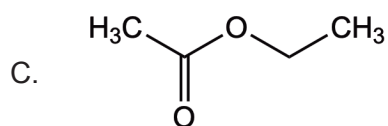
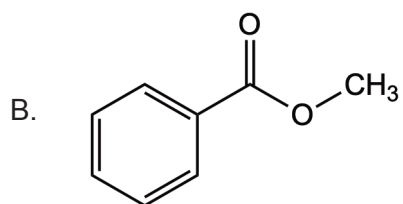
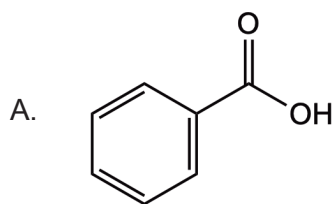
30. Quelle combinaison de potentiels (tensions) est correcte concernant la réduction et l'oxydation de l'électrode standard à hydrogène (ESH) ?

	Potentiel de réduction	Potentiel d'oxydation
A.	zéro	zéro
B.	zéro	positif
C.	zéro	négatif
D.	négatif	positif

31. Quelle combinaison produira, à la fin, la plus grande masse de cuivre déposé lors de l'électrolyse d'un volume fixe de  $\text{CuSO}_4(\text{aq})$  à  $1 \text{ mol dm}^{-3}$ ?

- A. anode de cuivre et cathode inerte
- B. anode inerte et cathode de cuivre
- C. anode inerte et cathode inerte
- D. anode de zinc et cathode de zinc

32. Quel composé est un ester aromatique ?

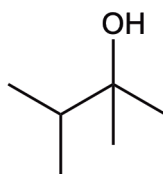


33. Quels mécanismes réactionnels impliquent la rupture hétérolytique du chlore ?

- I. Addition électrophile
  - II. Substitution électrophile
  - III. Substitution nucléophile
- A. I et II uniquement
  - B. I et III uniquement
  - C. II et III uniquement
  - D. I, II et III



34. Quel est le nom préféré, en nomenclature UICPA, de la structure montrée ?



- A. 2-éthyl-3-méthylbutan-1-ol
- B. 2,3-diméthylbutan-2-ol
- C. 1-éthyl-2-méthylpropan-1-ol
- D. 1,1,2-triméthylpropan-1-ol

35. Dans la séquence suivante, quel est l'ordre correct des types de réaction ?



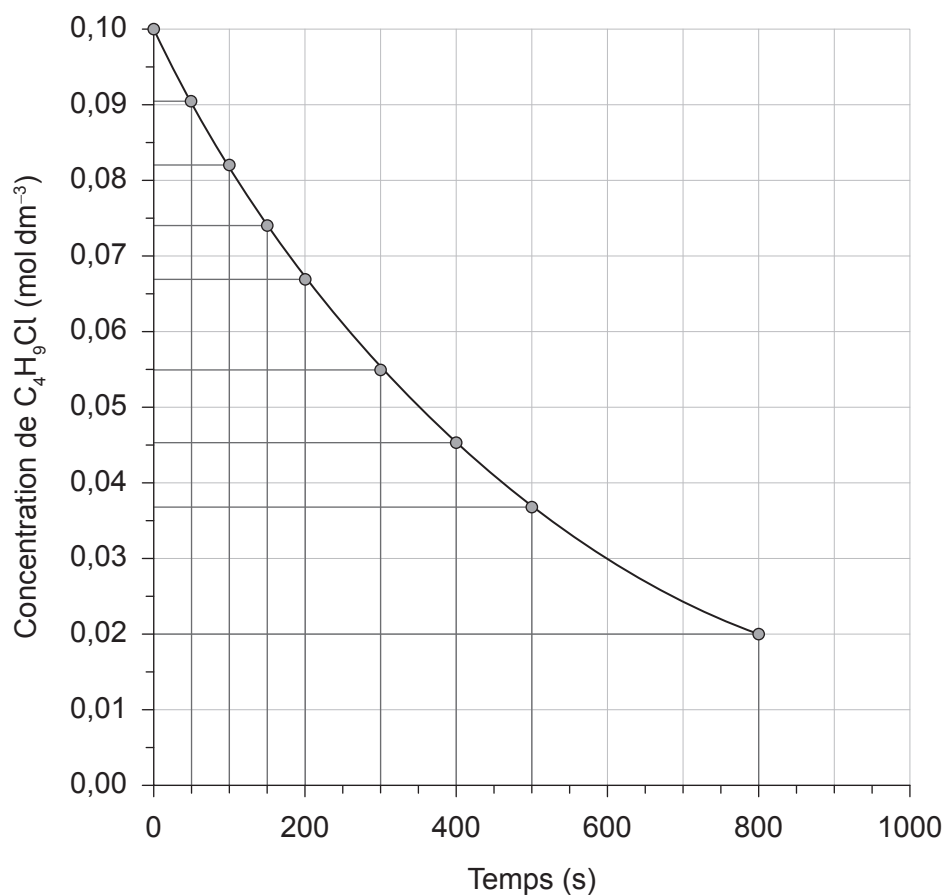
	I	II	III
A.	substitution	oxydation	réduction
B.	addition	substitution	réduction
C.	oxydation	substitution	réduction
D.	substitution	oxydation	substitution

36. Le pouvoir rotatoire spécifique observé,  $[\alpha]$ , d'un composé est  $+7,00^\circ$ . Quel est le pouvoir rotatoire spécifique d'un racémate de ce composé ?

- A.  $-7,00^\circ$
- B.  $0,00^\circ$
- C.  $+7,00^\circ$
- D.  $+14,00^\circ$

- 37.** Selon quel mécanisme la nitration du benzène se fait-elle ?
- A. Addition électrophile
  - B. Substitution électrophile
  - C. Addition nucléophile
  - D. Substitution nucléophile
- 38.** Quelle observation pourrait expliquer une erreur systématique concernant une expérience impliquant la combustion du magnésium pour trouver la formule empirique de son oxyde ?
- A. Le couvercle du creuset était entrouvert pendant le chauffage.
  - B. Le produit était une substance en poudre blanche.
  - C. Le fond du creuset contenait une suie noire après chauffage.
  - D. La couleur de la flamme était jaune pendant le chauffage.
- 39.** Quelle est la meilleure technique pour déterminer la longueur des liaisons dans une molécule ?
- A. Spectroscopie RMN de  $^1\text{H}$
  - B. Spectroscopie infrarouge
  - C. Spectroscopie de masse
  - D. Cristallographie aux rayons X

40. Le graphique suivant montre la concentration de  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$  en fonction du temps.



Quelle est la vitesse moyenne de réaction sur les 800 premières secondes ?

- A.  $1 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- B.  $1 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- C.  $2 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- D.  $2 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

**Références :**

**© Organisation du Baccalauréat International 2023**