

© International Baccalaureate Organization 2022

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 2022

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, 2022

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 18 mai 2022 (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 <b>H</b> 1,01	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">                     Numéro atomique   <b>Élément</b>                       Masse atomique relative                 </div>																	2 <b>He</b> 4,00
2	3 <b>Li</b> 6,94																		4 <b>Be</b> 9,01
3	11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31	13 <b>Al</b> 26,98	14 <b>Si</b> 28,09	15 <b>P</b> 30,97	16 <b>S</b> 32,07	17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95											
4	19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,87	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 52,00	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,90	
5	37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,96	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,91	46 <b>Pd</b> 106,42	47 <b>Ag</b> 107,87	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,71	51 <b>Sb</b> 121,76	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,29	
6	55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57 † <b>La</b> 138,91	72 <b>Hf</b> 178,49	73 <b>Ta</b> 180,95	74 <b>W</b> 183,84	75 <b>Re</b> 186,21	76 <b>Os</b> 190,23	77 <b>Ir</b> 192,22	78 <b>Pt</b> 195,08	79 <b>Au</b> 196,97	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,38	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)	
7	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89 ‡ <b>Ac</b> (227)	104 <b>Rf</b> (267)	105 <b>Db</b> (268)	106 <b>Sg</b> (269)	107 <b>Bh</b> (270)	108 <b>Hs</b> (269)	109 <b>Mt</b> (278)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Rg</b> (281)	112 <b>Cn</b> (285)	113 <b>Unt</b> (286)	114 <b>Uug</b> (289)	115 <b>Uup</b> (288)	116 <b>Uuh</b> (293)	117 <b>Uus</b> (294)	118 <b>Uuo</b> (294)	
	†																		
	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,93	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,05	71 <b>Lu</b> 174,97					
	‡																		
	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (262)					

1. Quelle est la concentration des ions chlorures, en  $\text{mol dm}^{-3}$ , dans une solution formée par le mélange de  $200 \text{ cm}^3$  de  $\text{HCl}$  à  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  avec  $200 \text{ cm}^3$  de  $\text{NaCl}$  à  $5 \text{ mol dm}^{-3}$  ?

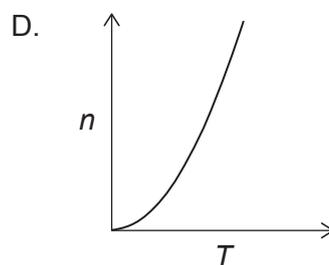
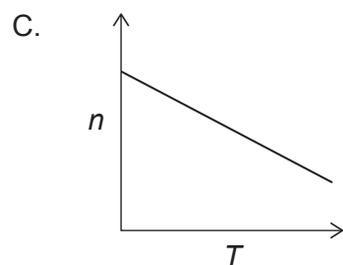
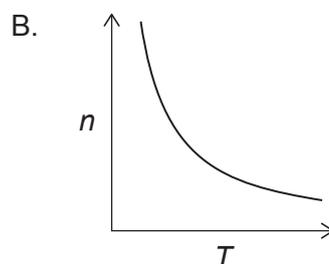
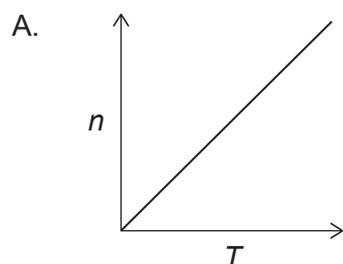
- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 6

2. 30g d'un composé organique produisent 44g de  $\text{CO}_2$  et 18g de  $\text{H}_2\text{O}$  comme seuls produits de combustion. Laquelle des formules suivantes est la formule empirique de ce composé ?

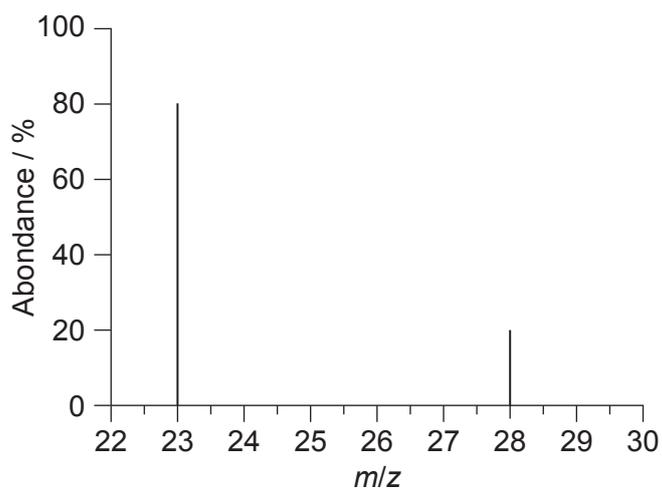
$$M_r \text{ CO}_2 = 44 \quad M_r \text{ H}_2\text{O} = 18$$

- A.  $\text{CH}_2$
- B.  $\text{CH}_3$
- C.  $\text{CHO}$
- D.  $\text{CH}_2\text{O}$

3. Quel graphique représente la relation entre la quantité de gaz,  $n$ , et la température absolue,  $T$ , si l'on maintient constantes toutes les autres variables de l'équation des gaz parfaits,  $PV = nRT$  ?



4. Quelle est la masse atomique relative d'un élément présentant le spectre de masse suivant ?



- A. 23
- B. 24
- C. 25
- D. 28

5. Quel est l'ordre **croissant** correct d'énergie de première ionisation ?

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

6. Quels sont les éléments les plus réactifs parmi les halogènes et métaux alcalins ?

- A. Lithium et fluor
- B. Lithium et iode
- C. Césium et fluor
- D. Césium et iode

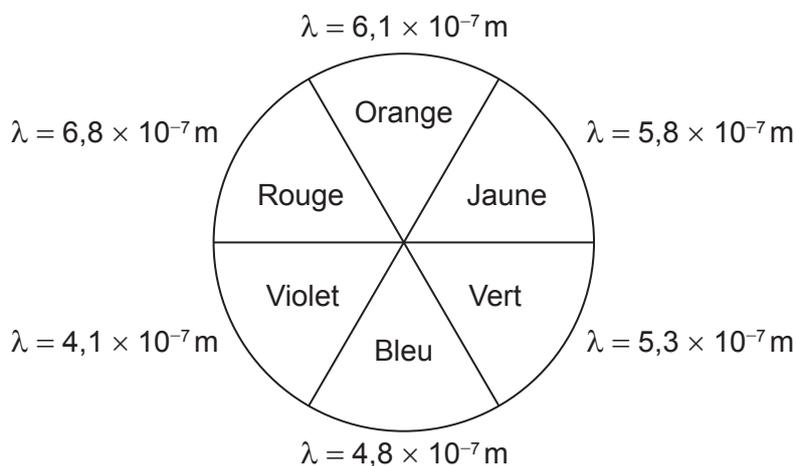
7. Lesquels des ions suivants sont à même d'être paramagnétiques ?

- I.  $Ti^{3+}$
- II.  $Cr^{3+}$
- III.  $Fe^{3+}$

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

8.  $[Cr(OH_2)_6]^{3+}$  est violet et  $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$  est jaune. Quelle est l'information correcte ?

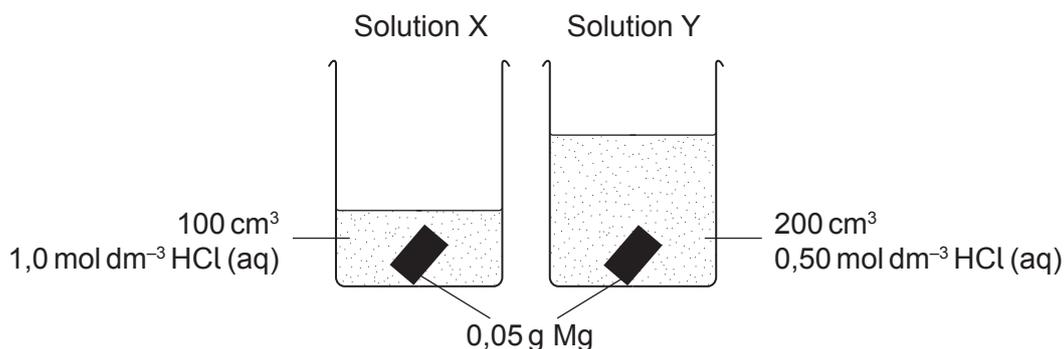
La roue des couleurs



	Longueur d'onde de lumière absorbée par $[Cr(OH_2)_6]^{3+}$	Comparaison du degré de dédoublement des orbitales d causé par les ligands $H_2O$ et $NH_3$
A.	$\lambda = 5,8 \times 10^{-7} m$	$H_2O > NH_3$
B.	$\lambda = 5,8 \times 10^{-7} m$	$H_2O < NH_3$
C.	$\lambda = 4,1 \times 10^{-7} m$	$H_2O > NH_3$
D.	$\lambda = 4,1 \times 10^{-7} m$	$H_2O < NH_3$

9. Dans lequel des composés suivants, la liaison ionique prédomine t-elle ?
- A. HCl
  - B. NaF
  - C.  $\text{NH}_4\text{Br}$
  - D. NaOH
10. Quelle est l'interaction principale entre les molécules de  $\text{CH}_4$  liquide ?
- A. Forces (de dispersion) de London
  - B. Forces dipôle-dipôle
  - C. Liaison hydrogène
  - D. Liaison covalente
11. Quelle est la charge formelle de l'atome d'oxygène dans l'ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  ?
- A. -2
  - B. -1
  - C. 0
  - D. +1
12. Quelle est la géométrie moléculaire de  $\text{SF}_4$  ?
- A. Tétraédrique
  - B. Bipyramidale trigonale
  - C. En balançoire
  - D. Plane carrée

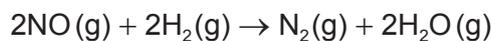
13. Quelle est l'affirmation correcte concernant des morceaux identiques de magnésium dans deux solutions d'acide chlorhydrique, X et Y, à la même température ?



- A. La solution X va atteindre une température maximale plus élevée.
- B. La solution Y va atteindre une température maximale plus élevée.
- C. Les solutions X et Y auront la même augmentation de température.
- D. Il n'est pas possible de prédire si X ou Y aura la température maximale la plus élevée car le réactif limitant ne peut pas être identifié.
14. Quelle équation représente l'enthalpie d'hydratation ?
- A.  $\text{Na}^+(\text{g}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq})$
- B.  $\text{Na}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{g})$
- C.  $\text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq})$
- D.  $\text{NaCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{s})$
15. Quels sont les signes de  $\Delta H$  et de  $\Delta S$  pour une réaction qui est non spontanée à faible température mais spontanée à haute température ?

	$\Delta H$	$\Delta S$
A.	-	-
B.	-	+
C.	+	-
D.	+	+

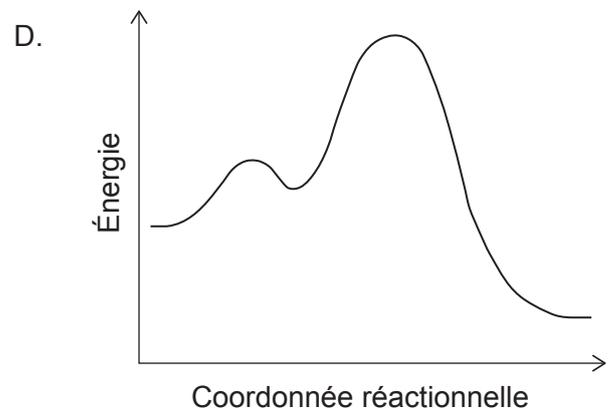
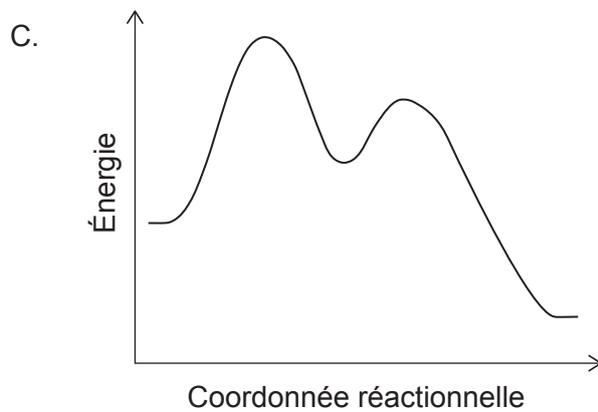
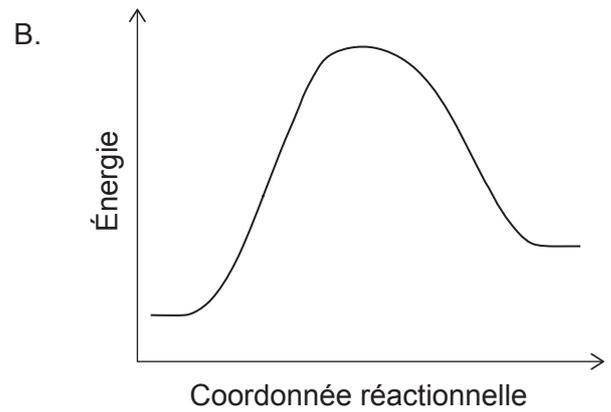
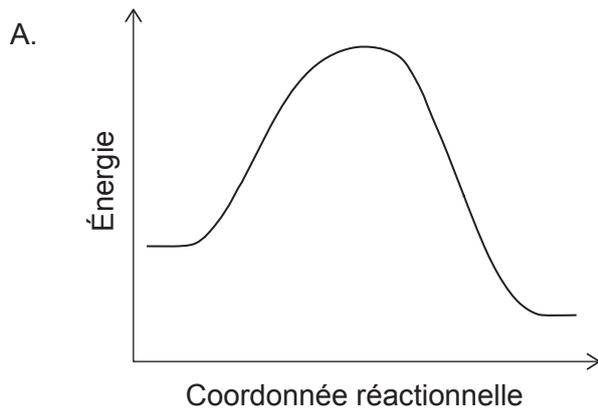
16. Quelle équation représente l'enthalpie de liaison pour H–Br dans le bromure d'hydrogène ?
- A.  $\text{HBr(g)} \rightarrow \text{H}^+(\text{g}) + \text{Br}^-(\text{g})$
- B.  $\text{HBr(g)} \rightarrow \text{H(g)} + \text{Br(g)}$
- C.  $\text{HBr(g)} \rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Br}_2(\text{l})$
- D.  $\text{HBr(g)} \rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Br}_2(\text{g})$
17. Dans l'expression  $\Delta G^\ominus = \Delta H^\ominus - T\Delta S^\ominus$ , quel terme est une mesure indirecte de la variation d'entropie de l'environnement lorsqu'il est divisé par T ?
- A.  $\Delta G^\ominus$
- B.  $\Delta H^\ominus$
- C.  $\Delta S^\ominus$
- D.  $-T\Delta S^\ominus$
18. Pourquoi une réaction dans un échantillon de gaz, à température constante, se déroule t-elle plus rapidement à pression plus élevée ?
- A. Les collisions sont plus fréquentes.
- B. Les collisions sont plus énergiques.
- C. Une pression élevée diminue l'énergie d'activation.
- D. La réaction est plus exothermique à pression élevée.
19. Qu'est-ce qui est correct à propos de la vitesse de disparition de NO ?



$$\text{Vitesse} = k[\text{H}_2][\text{NO}]^2$$

- A. Elle est égale à la moitié de la vitesse de disparition du  $\text{H}_2$ .
- B. Elle est égale à la vitesse de disparition du  $\text{H}_2$ .
- C. Elle est égale à deux fois la vitesse de disparition du  $\text{H}_2$ .
- D. Elle est égale à quatre fois la vitesse de disparition du  $\text{H}_2$ .

20. Quel diagramme énergétique représente une réaction S<sub>N</sub>1 exothermique ?

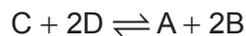


21. Quel facteur influence la valeur du facteur pré-exponentiel, A, dans l'équation d'Arrhenius,

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} ?$$

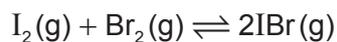
- A. La nature des réactifs
- B. La température de réaction
- C. L'énergie d'activation de la réaction
- D. L'ordre général de la réaction

22. La constante d'équilibre,  $K_c$ , de la réaction  $2A + 4B \rightleftharpoons 2C + 4D$  a une valeur de 4,0. Quelle est la valeur de  $K_c$  pour la réaction ci-dessous à température identique ?



- A. 0,25
- B. 0,50
- C. 1,0
- D. 16

23. 0,50 mol de  $I_2(g)$  et 0,50 mol de  $Br_2(g)$  sont introduits dans une fiole fermée. L'équilibre suivant est établi.

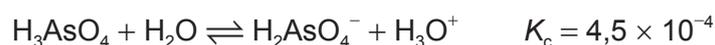


Le mélange à l'équilibre contient 0,80 mol de  $IBr(g)$ . Quelle est la valeur de  $K_c$  ?

- A. 0,64  
 B. 1,3  
 C. 2,6  
 D. 64
24. Qu'arrive-t-il à la quantité d'ions hydroxyde et à la concentration en ions hydroxyde lorsqu'on ajoute de l'eau à une solution de  $NH_3(aq)$  ?

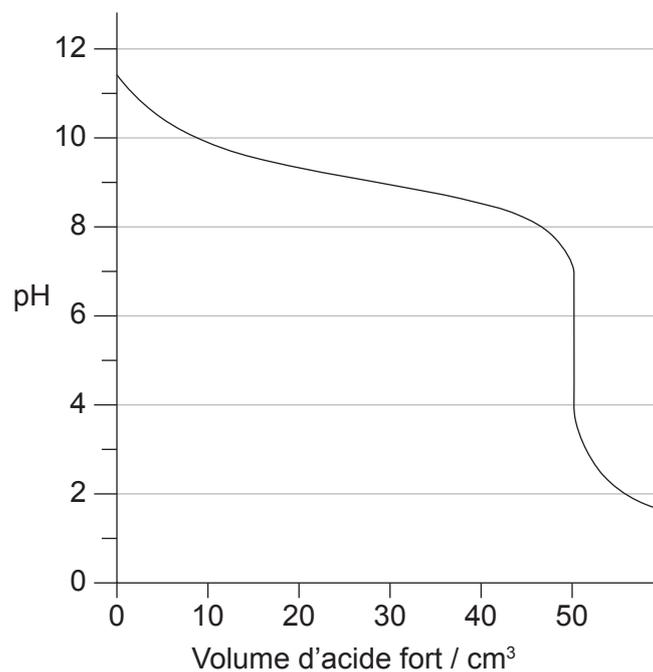
	$n(OH^-)$	$[OH^-]$
A.	augmente	augmente
B.	diminue	diminue
C.	augmente	diminue
D.	diminue	augmente

25. Quel est l'acide le plus fort dans l'équation ci-dessous ?



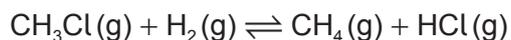
- A.  $H_3AsO_4$   
 B.  $H_2O$   
 C.  $H_2AsO_4^-$   
 D.  $H_3O^+$

26. Une base faible est titrée avec un acide fort. Quelle valeur de  $pK_b$  peut être estimée à partir de cette courbe de titrage ?

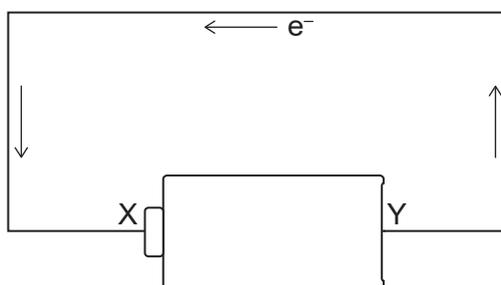


- A. 11,3  
 B. 9,2  
 C. 4,8  
 D. 1,8
27. Quelles espèces sont **à la fois** des bases de Lewis et de Brønsted–Lowry ?
- I.  $CN^-$   
 II.  $OH^-$   
 III.  $NH_3$
- A. I et II seulement  
 B. I et III seulement  
 C. II et III seulement  
 D. I, II et III

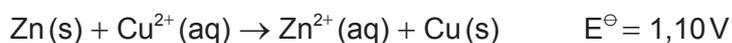
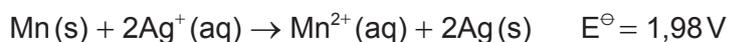
28. Quelle combinaison décrit le mieux ce qui arrive au chlorométhane, CH<sub>3</sub>Cl, dans l'équation ci-dessous ?



- A. Oxydation et addition  
 B. Oxydation et substitution  
 C. Réduction et addition  
 D. Réduction et substitution
29. Dans le schéma, les flèches représentent le flux d'électron. Que représente la borne X sur la batterie ?



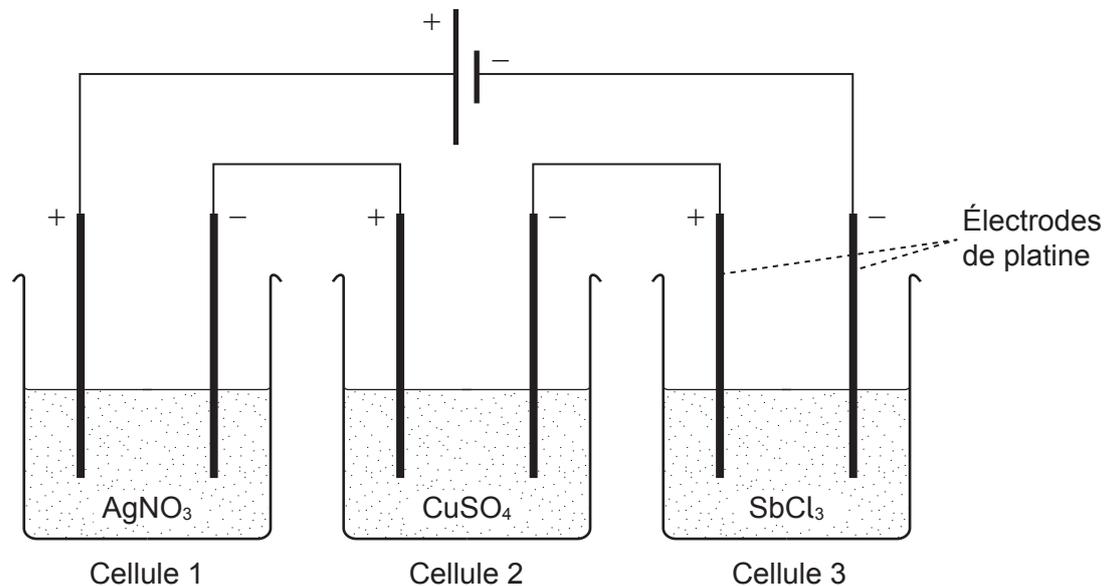
- A. Anode et borne positive  
 B. Anode et borne négative  
 C. Cathode et borne positive  
 D. Cathode et borne négative
30. Quelle valeur de  $E^\ominus$ , en V, pour la réaction  $\text{Mn}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s})$ , peut être déduite des équations suivantes ?



- A. 0,42  
 B. 1,34  
 C. 2,62  
 D. 3,54

31. Quel est l'ordre **croissant** de masses déposées par cette cellule électrolytique?

$A_r$  Ag = 108, Cu = 64, Sb = 122



- A. Ag < Cu < Sb
- B. Sb < Ag < Cu
- C. Cu < Ag < Sb
- D. Cu < Sb < Ag

32. Quelle séquence de réactifs convertit le propène en propanone ?

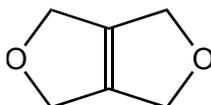
	Premier réactif ajouté	2 <sup>e</sup> réactif ajouté au produit	3 <sup>e</sup> réactif ajouté au produit de la 2 <sup>e</sup> réaction
A.	HCl	NaOH	KMnO <sub>4</sub>
B.	HCl	KMnO <sub>4</sub>	NaOH
C.	KMnO <sub>4</sub>	HCl	NaOH
D.	KMnO <sub>4</sub>	NaOH	HCl

33. Combien d'isomères du dichlorobutane peuvent être formés par l'halogénéation du  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  avec un excès de  $\text{Cl}_2$  en présence de lumière UV ?
- A. 4
  - B. 6
  - C. 8
  - D. 10
34. Laquelle est une série homologue ?
- A.  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_5$ ,  $\text{C}_4\text{H}_6$
  - B.  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_4$ ,  $\text{C}_4\text{H}_6$
  - C.  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$
  - D.  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$
35. Quelle réaction implique une fission homolytique ?
- A.  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2$
  - B.  $\text{CH}_3\text{Br} + \text{NaOH}$
  - C.  $(\text{CH}_3)_3\text{CBr} + \text{NaOH}$
  - D.  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$
36. Quelle structure représente une unité de répétition d'un polymère formé à partir du propène ?
- A.  $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-$
  - B.  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
  - C.  $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{CH}_3)-$
  - D.  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

37. Quel est le produit de la réaction du propanal avec l'hydrure de lithium-aluminium,  $\text{LiAlH}_4$  ?

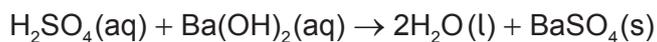
- A. Acide propanoïque
- B. Propanone
- C. Propan-1-ol
- D. Propan-2-ol

38. Combien de signaux sont observés dans le spectre RMN  $^1\text{H}$  de ce composé ?

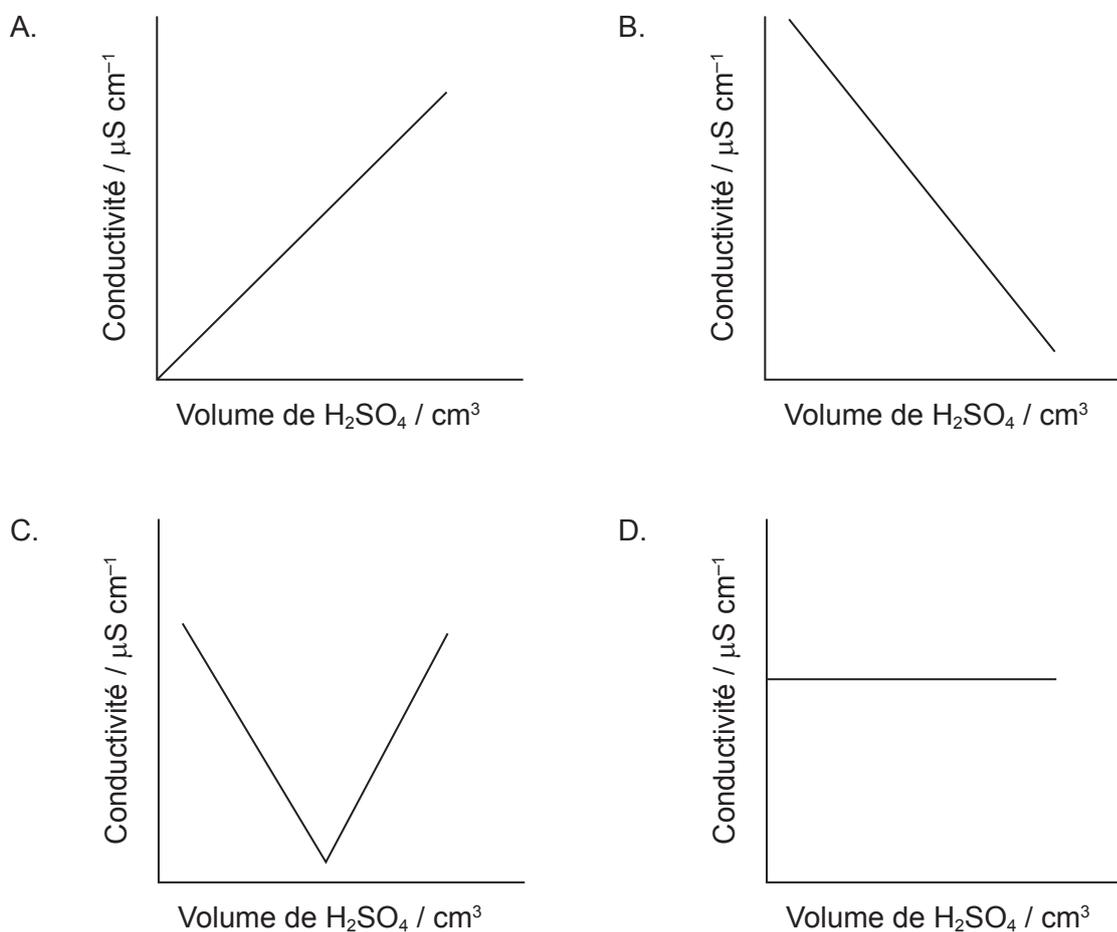


- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

39. 20 cm<sup>3</sup> d'acide sulfurique à 1 mol dm<sup>-3</sup> a été ajouté goutte à goutte à 20 cm<sup>3</sup> d'hydroxyde de baryum à 1 mol dm<sup>-3</sup>, produisant un précipité de sulfate de baryum.



Quel graphique représente un tracer de la conductivité par rapport au volume d'acide ajouté ?



40. À concentrations équimolaires, quelle substance produit le signal le plus fort dans un spectre de RMN <sup>1</sup>H ?
- A. (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>CH
  - B. C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>
  - C. C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>
  - D. Si(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>

Références :