



International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Chimie

Niveau Supérieur et Moyen

Spécimens des épreuves 1, 2 et 3

Premiers examens en 2016

TABLE DES MATIÈRES

Chimie niveau supérieur épreuve 1 spécimen d'épreuve

Chimie niveau supérieur épreuve 1 barème de notation

Chimie niveau supérieur épreuve 2 spécimen d'épreuve

Chimie niveau supérieur épreuve 2 barème de notation

Chimie niveau supérieur épreuve 3 spécimen d'épreuve

Chimie niveau supérieur épreuve 3 barème de notation

Chimie niveau moyen épreuve 1 spécimen d'épreuve

Chimie niveau moyen épreuve 1 barème de notation

Chimie niveau moyen épreuve 2 spécimen d'épreuve

Chimie niveau moyen épreuve 2 barème de notation

Chimie niveau moyen épreuve 3 spécimen d'épreuve

Chimie niveau moyen épreuve 3 barème de notation



**CHIMIE
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 1**

SPÉCIMEN D'ÉPREUVES

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 *[40 points]*.

Le tableau de la classification périodique des éléments

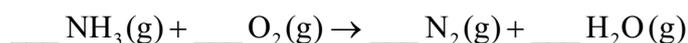
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 1,01	Numéro atomique																	
2	3 Li 6,94	4 Be 9,01	Élément																
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31	Masse atomique relative																
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 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. Quels changements d'état sont des processus endothermiques ?

- I. Condensation
- II. Fusion
- III. Sublimation

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

2. Quelle est la somme des coefficients lorsque l'équation de la combustion de l'ammoniac est correctement pondérée en utilisant les nombres entiers les plus petits possible ?



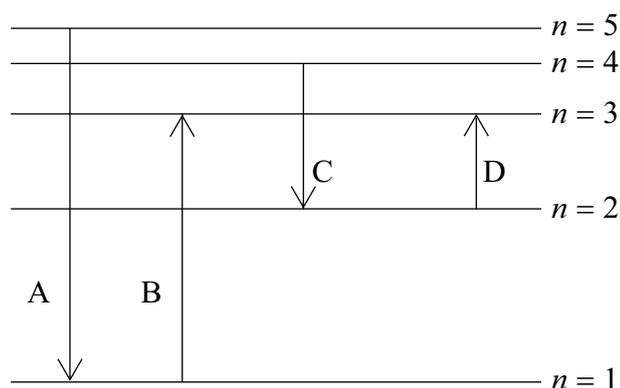
- A. 6
- B. 12
- C. 14
- D. 15

3. 5,00 g de carbonate de calcium, lorsqu'ils ont été chauffés, ont produit 2,40 g d'oxyde de calcium. Quelle est l'expression correcte du pourcentage de rendement de l'oxyde de calcium ? ($M_r(\text{CaCO}_3) = 100$; $M_r(\text{CaO}) = 56$.)



- A. $\frac{56 \times 5,00 \times 100}{2,40}$
- B. $\frac{2,40 \times 100 \times 100}{56 \times 5,00}$
- C. $\frac{56 \times 5,00 \times 100}{2,40 \times 100}$
- D. $\frac{2,40 \times 100}{56 \times 5,00}$

4. Quelle transition électronique absorberait le rayonnement ayant la longueur d'onde la plus courte ?



5. Quelle est la configuration électronique de l'ion Fe^{2+} ?

- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$
- B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
- C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$
- D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

6. Quel élément est dans le groupe 2 ?

	Énergie de 1 ^{re} ionisation / kJ mol^{-1}	Énergie de 2 ^e ionisation / kJ mol^{-1}	Énergie de 3 ^e ionisation / kJ mol^{-1}	Énergie de 4 ^e ionisation / kJ mol^{-1}
A.	1402	2856	4578	7475
B.	590	1145	4912	6474
C.	403	2632	3900	5080
D.	578	1817	2745	11578

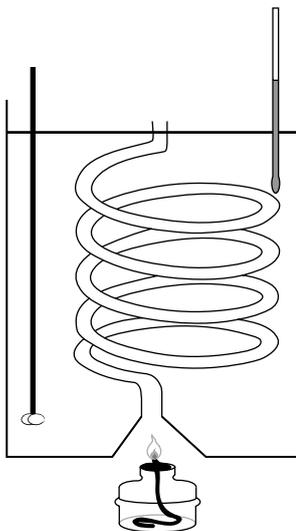
7. Quel élément se trouve dans le bloc f du tableau périodique ?

- A. Be
- B. Ce
- C. Ge
- D. Re

8. Quelle propriété augmente en descendant au sein du groupe 1 du tableau périodique ?
- A. Le point de fusion
 - B. L'énergie de première ionisation
 - C. Le rayon atomique
 - D. L'électronégativité
9. Quelle est la charge totale de l'ion complexe formé du fer(II) et de six ions cyanure, CN^- ?
- A. 4+
 - B. 4-
 - C. 8-
 - D. 8+
10. Quelle est la proposition correcte à propos des ions complexes des métaux de transition ?
- A. La différence d'énergie des orbitales d est indépendante de l'état d'oxydation du métal.
 - B. La couleur du complexe est causée par la lumière émise lorsqu'un électron d'un niveau d'énergie supérieur retourne à un niveau d'énergie inférieur.
 - C. La couleur du complexe est la couleur de la lumière absorbée lorsqu'un électron d'un niveau d'énergie inférieur migre vers un niveau d'énergie supérieur.
 - D. La différence d'énergie des orbitales d dépend de la nature du ligand.
11. Quelle est la meilleure description de la liaison ionique ?
- A. Une attraction électrostatique entre des ions de charges opposées
 - B. Une attraction électrostatique entre des ions positifs et des électrons
 - C. Une attraction électrostatique des noyaux pour les électrons partagés dans la liaison entre les noyaux
 - D. Une attraction électrostatique entre les noyaux

12. Quelles forces intermoléculaires sont regroupées sous le terme van der Waals ?
- I. Les forces de dispersion de London
 - II. Les forces entre dipôles induits
 - III. Les forces dipôle-dipôle
- A. I et II uniquement
 - B. I et III uniquement
 - C. II et III uniquement
 - D. I, II et III
13. Quelle liaison est la **moins** polaire ?
- A. C=O dans CO_2
 - B. C-H dans CH_4
 - C. C-Cl dans CCl_4
 - D. N-H dans CH_3NH_2
14. Quelle paire de composés contient 9 liaisons sigma, σ , et 2 liaisons pi, π , dans chaque molécule ?
- A. $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ et $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
 - B. CH_3COCH_3 et $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
 - C. $\text{CHCCH}_2\text{CH}_3$ et $\text{CH}_2\text{CHCHCH}_2$
 - D. CH_3COH et $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
15. Quelle molécule contient un atome présentant une hybridation sp^2 ?
- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
 - B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$
 - C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
 - D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCHCH}_3$

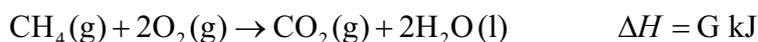
16. Lorsque 0,46 g d'éthanol est brûlé sous un calorimètre rempli d'eau, la température de 500 g d'eau s'élève de 3,0 K. (Masse molaire de l'éthanol = 46 g mol^{-1} ; capacité calorifique massique de l'eau = $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $q = mc\Delta T$.)



Quelle est l'expression de l'enthalpie de combustion, ΔH_c , en kJ mol^{-1} ?

- A. $-\frac{500 \times 4,18 \times 3,0 \times 46}{0,46}$
- B. $-\frac{500 \times 4,18 \times (273 + 3,0) \times 46}{0,46 \times 1000}$
- C. $-\frac{500 \times 4,18 \times 3,0 \times 46}{0,46 \times 1000}$
- D. $-\frac{0,46 \times 1000}{500 \times 4,18 \times 3,0 \times 46}$

17. D'après les informations suivantes, quelle est l'enthalpie standard de formation, ΔH_f^\ominus , du méthane ?



- A. $E + F + G$
- B. $E + F - G$
- C. $E + 2F + G$
- D. $E + 2F - G$

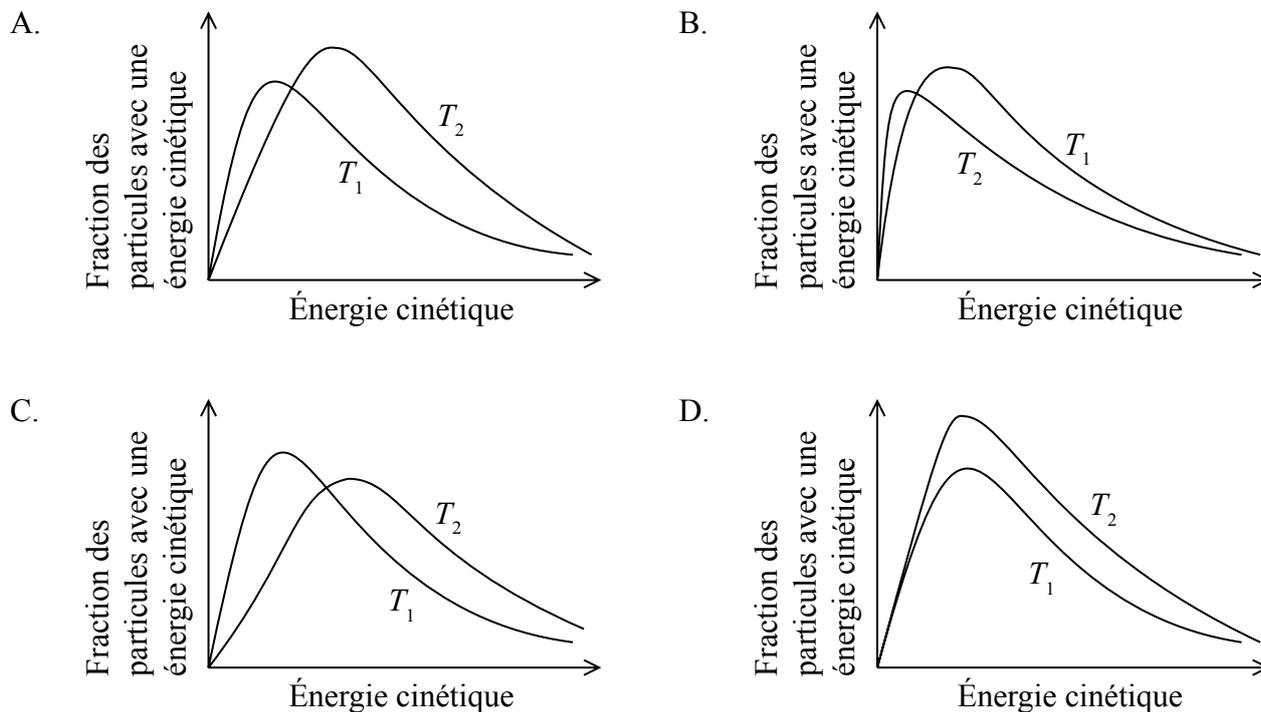
18. Quelle combinaison possède l'enthalpie de réseau la plus endothermique ?

	Rayon de l'ion positif / nm	Rayon de l'ion négatif / nm	Charge sur l'ion positif	Charge sur l'ion négatif
A.	0,100	0,185	2+	2-
B.	0,102	0,180	1+	1-
C.	0,149	0,180	1+	1-
D.	0,100	0,140	2+	2-

19. Dans quelle réaction la valeur de ΔS est-elle positive ?

- A. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- B. $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
- C. $2\text{KI}(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$
- D. $2\text{ZnS}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{ZnO}(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$

20. Quel graphique présente la distribution de l'énergie de Maxwell-Boltzmann d'une même quantité de gaz, à deux températures, où T_2 est plus élevée que T_1 ?

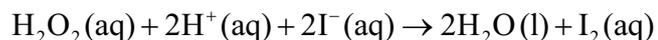


21. Quelles modifications augmentent la vitesse de cette réaction, les autres conditions demeurant constantes ?



- I. Utiliser de plus gros morceaux de carbonate de calcium
 - II. Augmenter la température du mélange réactionnel
 - III. Augmenter la concentration de l'acide chlorhydrique
- A. I et II uniquement
 - B. I et III uniquement
 - C. II et III uniquement
 - D. I, II et III

22. Les informations ci-dessous, relatives à la vitesse de réaction, ont été obtenues pour la réaction suivante à une température constante.



$[\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})]$ initiale / mol dm^{-3}	$[\text{H}^+(\text{aq})]$ initiale / mol dm^{-3}	$[\text{I}^-(\text{aq})]$ initiale / mol dm^{-3}	Vitesse initiale de la réaction / $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$
0,005	0,05	0,015	$1,31 \times 10^{-6}$
0,01	0,05	0,015	$2,63 \times 10^{-6}$
0,01	0,05	0,03	$5,25 \times 10^{-6}$
0,01	0,1	0,03	$5,25 \times 10^{-6}$

Quel est l'ordre global de la réaction ?

- A. 0
 - B. 1
 - C. 2
 - D. 3
23. Quelle réaction est la **plus** susceptible d'être spontanée ?

	Variation d'enthalpie	Entropie
A.	exothermique	entropie diminue
B.	exothermique	entropie augmente
C.	endothermique	entropie diminue
D.	endothermique	entropie augmente

24. Quelles conditions donnent le rendement à l'équilibre le plus élevé de méthanal, $\text{H}_2\text{CO}(\text{g})$?



	Pression	Température
A.	haute	basse
B.	haute	élevée
C.	basse	élevée
D.	basse	basse

25. Quelle combinaison de température et de constante d'équilibre est la plus typique d'une réaction complète ? (Reportez-vous à l'équation $\Delta G^\ominus = -RT \ln K$.)

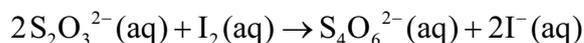
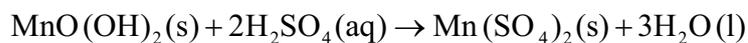
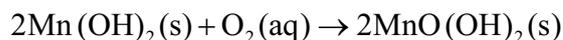
	Température	Constante d'équilibre
A.	élevée	> 1
B.	élevée	< 1
C.	basse	> 1
D.	basse	< 1

26. Laquelle des substances suivantes n'est **pas** amphotère ?

- A. H_2O
- B. HPO_4^{2-}
- C. H_2PO_4^-
- D. H_3O^+

27. Le pH d'une solution varie de 3 à 5. Qu'arrive-t-il à la concentration des ions hydrogène ?
- A. Elle augmente d'un facteur 2.
 - B. Elle augmente d'un facteur 100.
 - C. Elle diminue d'un facteur 2.
 - D. Elle diminue d'un facteur 100.
28. Quelle proposition est correcte à propos d'une base de Lewis ?
- A. C'est un donneur de paires d'électrons et elle peut agir comme un nucléophile.
 - B. C'est un accepteur de paires d'électrons et elle peut agir comme un nucléophile.
 - C. C'est un donneur de paires d'électrons et elle peut agir comme un électrophile.
 - D. C'est un accepteur de paires d'électrons et elle peut agir comme un électrophile.
29. Quel mélange forme une solution tampon de $\text{pH} < 7$?
- A. 50 cm^3 de $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ + 50 cm^3 de $\text{NH}_3(\text{aq}) 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$
 - B. 50 cm^3 de $\text{HCl}(\text{aq}) 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ + 100 cm^3 de $\text{NH}_3(\text{aq}) 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$
 - C. 50 cm^3 de $\text{NaOH}(\text{aq}) 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ + 100 cm^3 de $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$
 - D. 50 cm^3 de $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ + 100 cm^3 de $\text{NH}_3(\text{aq}) 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$

30. Les équations ci-dessous représentent les réactions mises en jeu dans la méthode de Winkler pour la détermination de la concentration de l'oxygène dissous dans l'eau :



Quelle est la quantité, en mol, d'ions thiosulfate, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$, nécessaire pour réagir avec l'iode, $\text{I}_2(\text{aq})$, formé par 1,00 mol d'oxygène dissous ?

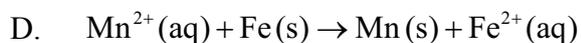
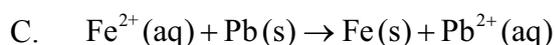
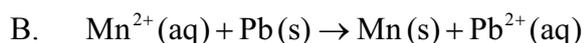
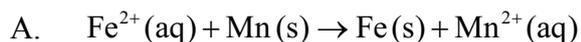
- A. 2,00
 - B. 3,00
 - C. 4,00
 - D. 6,00
31. Quels sont les produits de l'électrolyse du chlorure de sodium fondu ?

	Cathode	Anode
A.	hydrogène	chlore
B.	sodium	chlorure
C.	sodium	chlore
D.	chlore	sodium

32. Des valeurs de E^\ominus pour quelques demi-équations sont fournies ci-dessous.



Quelle réaction est spontanée dans les conditions standard ?



33. $50,0 \text{ cm}^3$ de sulfate de cuivre(II) en solution aqueuse $\text{CuSO}_4(\text{aq})$, $0,50 \text{ mol dm}^{-3}$ sont électrolysés par un courant de $0,50 \text{ A}$ durant 30 minutes. Quelle masse de cuivre, en g, est déposée à la cathode ? ($M(\text{Cu}) = 64 \text{ g mol}^{-1}$; constante de Faraday (F) = 96500 C mol^{-1} .)

A. $\frac{50,0 \times 0,50 \times 64}{1000}$

B. $\frac{0,50 \times 30 \times 64}{96500 \times 2}$

C. $\frac{0,50 \times 30 \times 60 \times 64}{96500 \times 2}$

D. $\frac{50,0 \times 0,50 \times 64}{1000 \times 2}$

34. Quelle structure correspond au propanoate de propyle ?

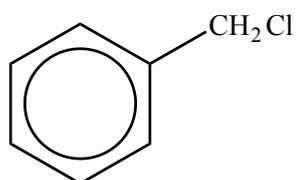


35. Quel composé pourrait former un polymère d'addition ?

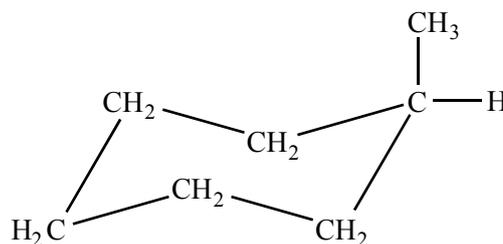
- A. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CHCH}_2\text{NH}_2$
- B. $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{CO}_2\text{H}$
- C. $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$
- D. $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$

36. Quel dérivé du benzène peut être formé à partir du méthylbenzène, par substitution électrophile ?

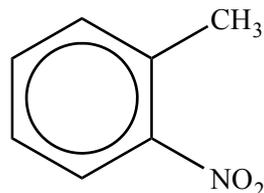
A.



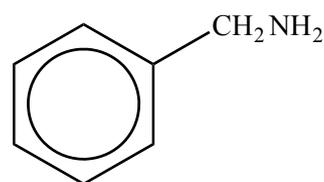
B.



C.



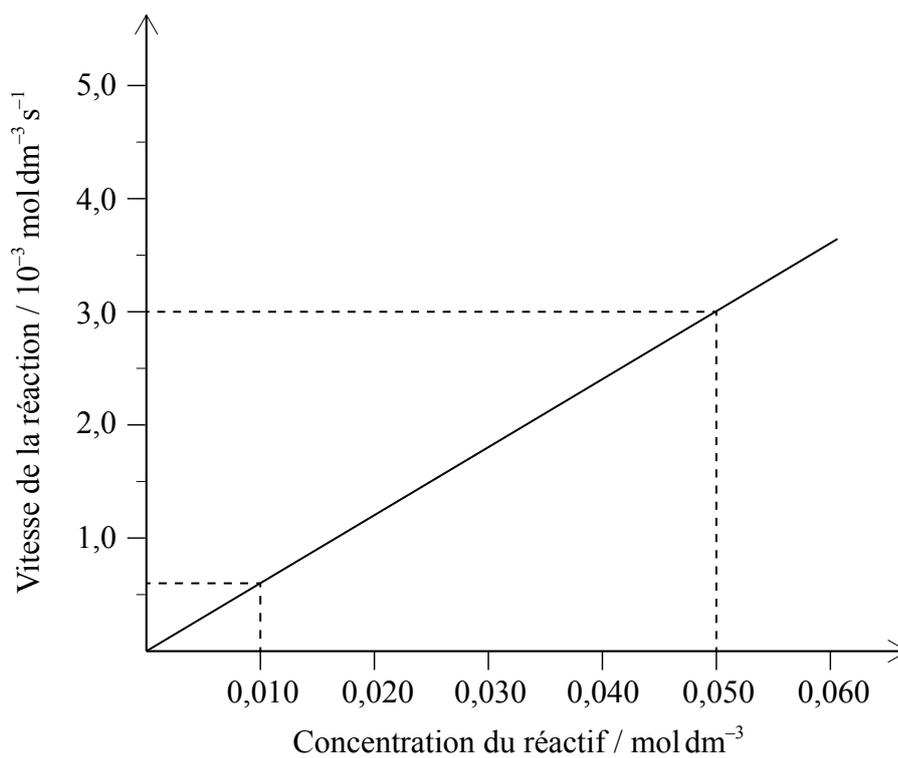
D.



37. Quel composé a deux formes énantiomères ?

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}_2\text{CH}_3$
- B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$
- C. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{Br}$
- D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$

38. Quelle combinaison dans le tableau indique correctement la valeur et les unités de la pente (gradient) ?

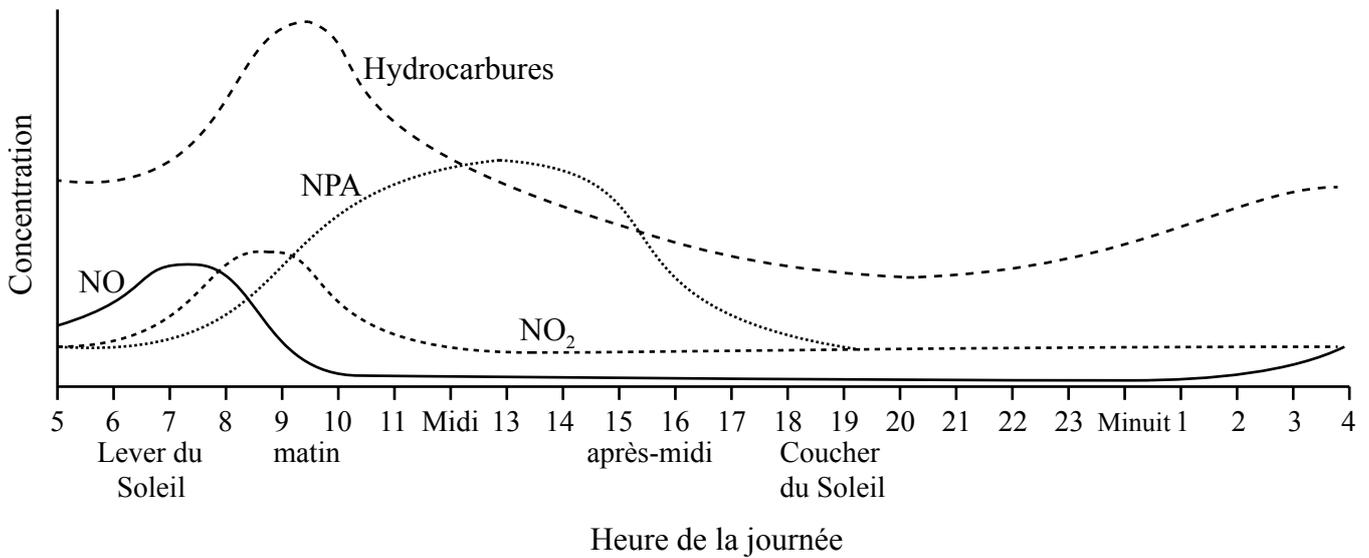


	Valeur	Unités
A.	$\frac{3,0 \times 10^{-3} - 0,6 \times 10^{-3}}{0,050 - 0,010}$	s^{-1}
B.	$\frac{3,0 \times 10^{-3} - 0,6 \times 10^{-3}}{0,050 - 0,010}$	s
C.	$\frac{0,050 - 0,010}{3,0 \times 10^{-3} - 0,6 \times 10^{-3}}$	s^{-1}
D.	$\frac{0,050 - 0,010}{3,0 \times 10^{-3} - 0,6 \times 10^{-3}}$	s

39. Quelle technique implique l'absorption d'une radiation par les liaisons entre atomes ?

- A. La RMN ^1H
- B. La spectroscopie dans l'infrarouge
- C. La cristallographie aux rayons X
- D. La spectrométrie de masse

40. Le graphique présente la concentration de certains polluants dans une ville sur une période de 24 heures.



Laquelle des propositions ne peut **pas** être déduite à partir du graphique ?

- A. Les hydrocarbures sont moins nocifs pour la santé que les NPA.
 - B. L'heure de pointe du matin provoque une augmentation des hydrocarbures.
 - C. La concentration de NPA augmente avec l'augmentation de l'intensité du Soleil.
 - D. La production de NO₂ suit la production de NO.
-



BARÈME DE NOTATION

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

CHIMIE

Niveau Supérieur

Épreuve 1

1.	<u>C</u>	16.	<u>C</u>	31.	<u>C</u>	46.	<u>-</u>
2.	<u>D</u>	17.	<u>D</u>	32.	<u>A</u>	47.	<u>-</u>
3.	<u>B</u>	18.	<u>D</u>	33.	<u>C</u>	48.	<u>-</u>
4.	<u>B</u>	19.	<u>A</u>	34.	<u>A</u>	49.	<u>-</u>
5.	<u>A</u>	20.	<u>C</u>	35.	<u>A</u>	50.	<u>-</u>
6.	<u>B</u>	21.	<u>C</u>	36.	<u>C</u>	51.	<u>-</u>
7.	<u>B</u>	22.	<u>C</u>	37.	<u>B</u>	52.	<u>-</u>
8.	<u>C</u>	23.	<u>B</u>	38.	<u>A</u>	53.	<u>-</u>
9.	<u>B</u>	24.	<u>A</u>	39.	<u>B</u>	54.	<u>-</u>
10.	<u>D</u>	25.	<u>A</u>	40.	<u>A</u>	55.	<u>-</u>
11.	<u>A</u>	26.	<u>D</u>	41.	<u>-</u>	56.	<u>-</u>
12.	<u>D</u>	27.	<u>D</u>	42.	<u>-</u>	57.	<u>-</u>
13.	<u>B</u>	28.	<u>A</u>	43.	<u>-</u>	58.	<u>-</u>
14.	<u>C</u>	29.	<u>C</u>	44.	<u>-</u>	59.	<u>-</u>
15.	<u>D</u>	30.	<u>C</u>	45.	<u>-</u>	60.	<u>-</u>

**CHIMIE**
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 2

Numéro de session du candidat

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

2 heures 15 minutes

Code de l'examen

				-				
--	--	--	--	---	--	--	--	--

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.
- Une calculatrice est nécessaire pour cette épreuve.
- Un exemplaire non annoté du *Recueil de données de Chimie* est nécessaire pour cette épreuve.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est [95 points].



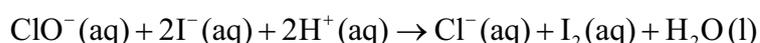
Répondez à **toutes** les questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

1. Deux élèves du BI ont réalisé un projet sur la chimie de l'eau de Javel.

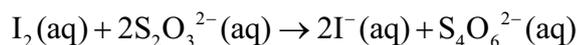
- (a) L'eau de Javel contenait une solution d'hypochlorite de sodium, NaClO(aq). Les élèves ont déterminé expérimentalement la concentration des ions hypochlorite, ClO⁻, dans l'eau de Javel :

Procédure expérimentale :

- La solution d'eau de Javel a d'abord été diluée en ajoutant 25,00 cm³ de la solution dans une fiole jaugée de 250 cm³. La solution a été complétée au trait de jauge avec de l'eau désionisée.
- 25,00 cm³ de cette solution a ensuite réagi avec de l'iodure en excès, en milieu acide.



- L'iode formé a été titré à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium, Na₂S₂O₃(aq) 0,100 mol dm⁻³, en utilisant l'amidon comme indicateur.



Les données suivantes ont été recueillies pour le titrage :

	Premier titrage	Deuxième titrage	Troisième titrage
Lecture finale de la burette de Na ₂ S ₂ O ₃ (aq) 0,100 mol dm ⁻³ (en cm ³ ± 0,05)	23,95	46,00	22,15
Lecture initiale de la burette de Na ₂ S ₂ O ₃ (aq) 0,100 mol dm ⁻³ (en cm ³ ± 0,05)	0,00	23,95	0,00

- (i) Calculez le volume, en cm³, de Na₂S₂O₃(aq) 0,100 mol dm⁻³ nécessaire pour réagir avec l'iode afin d'atteindre le point de virage. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

(ii) Calculez la quantité, en mol, de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ qui réagit avec l'iode. [1]

.....
.....

(iii) Calculez la concentration, en mol dm^{-3} , d'ions hypochlorite dans la solution **diluée** d'eau de Javel. [1]

.....
.....
.....

(iv) Calculez la concentration, en mol dm^{-3} , d'ions hypochlorite dans la solution **non diluée** d'eau de Javel. [1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

(b) Certains éléments du groupe 17, les halogènes, présentent une valence variable.

(i) Déduisez les états d'oxydation du chlore et de l'iode dans les espèces suivantes. [1]

NaClO :

.....

I₂ :

.....

(ii) Déduisez, en donnant une justification, l'agent oxydant dans la réaction des ions hypochlorite avec les ions iodure dans la partie (a). [1]

.....

.....

.....

(iii) Du point de vue de la santé et de la sécurité, suggérez une raison pour laquelle ce n'est pas une bonne idée d'utiliser l'acide chlorhydrique pour acidifier l'eau de Javel. [1]

.....

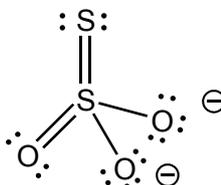
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (iv) L'ion thiosulfate, $S_2O_3^{2-}$, est un exemple intéressant des états d'oxydation. Les atomes de soufre peuvent être considérés comme ayant un état d'oxydation de +6 sur un atome et de -2 sur l'autre atome. Discutez cet énoncé sur la base de votre compréhension de l'état d'oxydation. [2]



Structure de Lewis (électrons représentés par des points) du thiosulfate

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (c) Les différentes modifications apportées aux définitions de l'oxydation et de la réduction démontrent comment les scientifiques élargissent souvent des similitudes pour en faire des principes généraux.

La combustion est également une réaction de type redox.

En faisant référence à la réaction de combustion du méthane, explorez **deux** définitions différentes de l'oxydation, en choisissant une qui est valide et une qui peut être considérée comme non valide.



Valide :

.....

.....

.....

Non valide :

.....

.....

.....

- (d) (i) Exprimez la configuration électronique **abrégée** du soufre. [1]

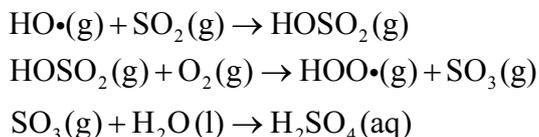
.....

- (ii) Déduisez le diagramme des orbitales du soufre, en montrant toutes les orbitales présentes. [1]



2. L'acide sulfurique, H₂SO₄, est un des principaux constituants des dépôts acides. Cet acide est formé à partir d'un polluant, le dioxyde de soufre, SO₂.

Voici un mécanisme proposé pour sa formation :



(a) Exprimez ce que représente le symbole (•) dans les espèces illustrées dans le mécanisme. [1]

.....

.....

(b) On considère l'équilibre suivant entre deux oxydes de soufre, le dioxyde de soufre et le trioxyde de soufre :



Prédisez, en donnant une justification, dans quel sens la position de l'équilibre se déplacera pour chacune des modifications énumérées ci-dessous. [3]

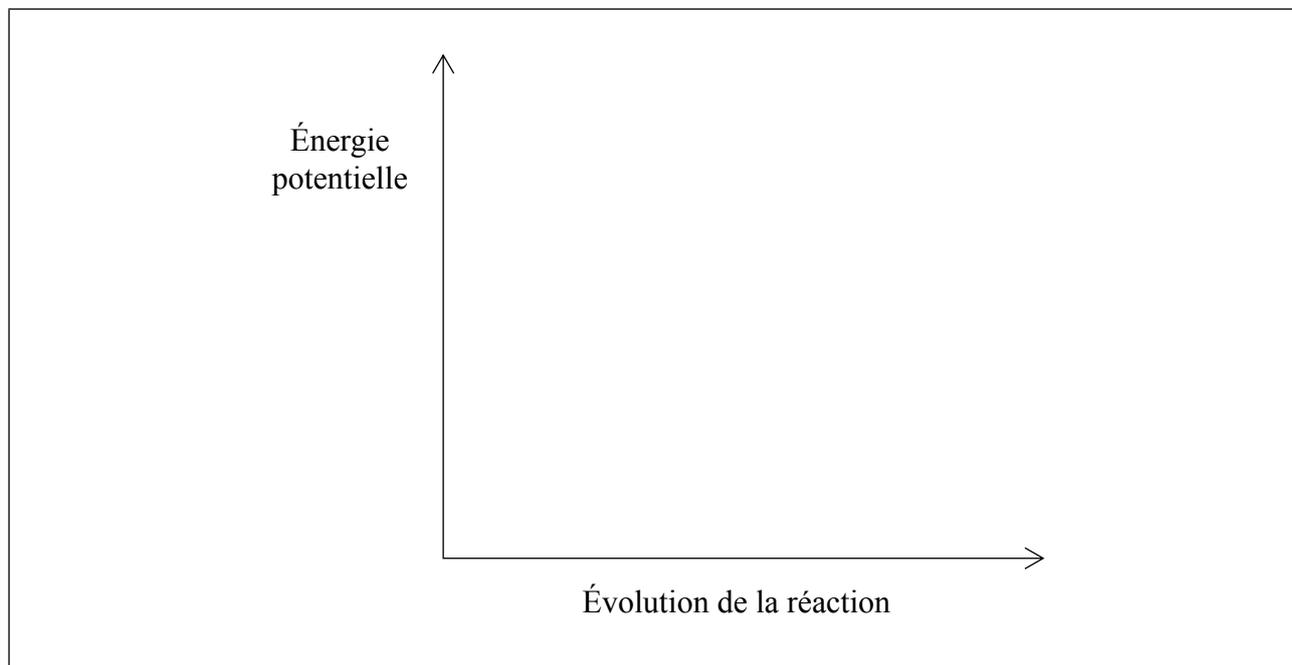
Modification	Déplacement	Justification
Augmentation de la température
Augmentation de la pression
Addition d'un catalyseur au mélange

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

- (c) Représentez le profil d'énergie potentielle de la réaction directe dans la partie (b) pour montrer l'effet d'un catalyseur sur l'énergie d'activation, E_a . [2]



- (d) D'autres composés présents dans les pluies acides sont formés à partir du dioxyde d'azote, NO_2 . Formulez une équation pour la réaction du dioxyde d'azote avec l'eau. [1]

.....

- (e) En vous référant à la section 9 du Recueil de données, expliquez la différence entre le rayon atomique et le rayon ionique de l'azote. [1]

.....
.....
.....



3. Une solution de méthanoate de sodium $0,12 \text{ mol dm}^{-3}$ se dissocie complètement en ses ions.

(a) Formulez l'équation, incluant les symboles de l'état physique, de la réaction réversible de l'hydrolyse de l'anion méthanoate. [1]

.....

Les sections 1 et 21 du Recueil de données peuvent être utilisées dans les parties (b) à (e).

(b) Calculez la valeur de K_a , la constante de dissociation d'un acide, à 298 K, d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque. [1]

.....
.....
.....

(c) Calculez la valeur de K_b , la constante de dissociation d'une base, pour la base conjuguée. [1]

.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 3)

- (d) Déterminez la concentration, en mol dm^{-3} , de l'ion hydroxyde, $[\text{OH}^-(\text{aq})]$, dans la solution originale de méthanoate de sodium $0,12 \text{ mol dm}^{-3}$, en mentionnant **une** supposition faite. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (e) Calculez le pH de la solution de méthanoate de sodium $0,12 \text{ mol dm}^{-3}$. [2]

.....

.....

.....

.....



4. Le 1-iodoéthane réagit avec l'hydroxyde de sodium.

- (a) Expliquez le mécanisme de cette réaction, en utilisant des flèches incurvées pour représenter le mouvement des paires électroniques et en montrant les caractéristiques stéréochimiques du mécanisme réactionnel. [4]

- (b) Exprimez l'expression de la vitesse de cette réaction et identifiez la moléularité de l'étape déterminante de la vitesse (EDV). [2]

Expression de la vitesse :

.....

Moléularité de l'étape déterminante de la vitesse :

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (c) Suggérez pourquoi les solvants aprotiques polaires sont plus appropriés pour les réactions S_N2 alors que les solvants protiques polaires favorisent les réactions S_N1 . [2]

S_N2 :

.....

.....

.....

.....

S_N1 :

.....

.....

.....

.....

- (d) Déduisez, en donnant une justification, lequel, de l'eau ou du DMF (N,N-diméthylformamide, $HCON(CH_3)_2$), est un meilleur solvant pour cette réaction. [1]

.....

.....

- (e) Décrivez ce que vous comprenez par le terme *facteur de fréquence (pré-exponentiel)*, A . [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (f) L'énergie d'activation, E_a , pour la réaction du 1-iodoéthane avec l'hydroxyde de sodium est de $87,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ et le facteur de fréquence (pré-exponentiel), A , est de $2,10 \times 10^{11} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$.

Calculez la constante de vitesse, k , de la réaction à $25 \text{ }^\circ\text{C}$, en indiquant les unités de k et en donnant une justification de votre choix.

[2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

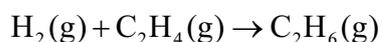


5. De nombreux constructeurs automobiles développent des véhicules qui utilisent l'hydrogène comme carburant.

(a) Suggérez pourquoi de tels véhicules sont considérés comme moins nocifs pour l'environnement que ceux qui possèdent des moteurs à combustion interne. [1]

.....
.....

(b) L'hydrogène peut réagir avec l'éthène pour former l'éthane.



À l'aide des enthalpies moyennes de liaison à 298 K de la section 11 du Recueil de données, calculez la variation d'enthalpie, ΔH , en kJ mol^{-1} , de cette réaction. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....



6. L’ozone, le protoxyde d’azote (l’hémioxyde d’azote), les CFC, l’hexafluorure de soufre et le méthane sont tous des exemples de gaz à effet de serre.

(a) (i) Dessinez une structure de Lewis (électrons représentés par des points) valide pour chaque molécule des gaz à effet de serre énumérés ci-dessous. [2]

	Structure de Lewis (électrons représentés par des points)
Ozone	
Hexafluorure de soufre	

(ii) Déduisez le nom de la géométrie du domaine électronique et la géométrie moléculaire de chaque molécule énumérée ci-dessous. [2]

	Géométrie du domaine électronique	Géométrie moléculaire
Ozone
Hexafluorure de soufre

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

- (iii) Identifiez quelle(s) molécule(s) fournie(s) dans la partie (a) (i) a ou ont un octet étendu d'électrons. [1]

.....

- (iv) Exprimez les angles de liaison de chaque espèce de la partie (a) (ii). [1]

Ozone :
.....

Hexafluorure de soufre :
.....

- (v) Dessinez toutes les structures de résonance de l'ozone. Les paires électroniques non liantes doivent être indiquées. [1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

(b) Le protoxyde d'azote peut être représenté par différentes structures de Lewis (électrons représentés par des points).

(i) Déduisez la charge formelle (CF) des atomes d'azote et d'oxygène dans trois de ces structures de Lewis (électrons représentés par des points) **A**, **B** et **C**, représentées ci-dessous. [2]

G : atome du côté gauche; D : atome du côté droit.

	Structure de Lewis (électrons représentés par des points)	CF de O à G	CF de N central	CF de N à D
A	$:\ddot{\text{O}}=\text{N}=\ddot{\text{N}}:$			
B	$:\ddot{\text{O}}-\text{N}\equiv\text{N}:$			
C	$:\text{O}\equiv\text{N}-\ddot{\text{N}}:$			

(ii) La CF peut être utile pour tenir une comptabilité des électrons, mais les valeurs de l'électronégativité sont ignorées lorsque les CF sont attribués.

En vous basant sur l'attribution des CF des atomes de la partie (i), déduisez quelle structure de Lewis (électrons représentés par des points) de N₂O (**A**, **B** ou **C**) devrait être la structure préférée. Explorez pourquoi il faut tenir compte d'un autre facteur. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

(c) L'ozone atmosphérique peut être formé par la combustion du méthane.

(i) Exprimez l'équation de cette réaction de combustion. [1]

.....

(ii) Calculez la variation d'enthalpie standard de la réaction, ΔH^\ominus , en kJ mol^{-1} , en utilisant les données thermodynamiques de la section 12 du Recueil de données et les informations fournies ci-dessous. [1]

$\text{O}_3(\text{g})$
$\Delta H_f^\ominus = +142,3 \text{ kJ mol}^{-1}$

.....
.....
.....

(iii) Exprimez pourquoi la variation d'enthalpie standard de formation, ΔH_f^\ominus , de l'oxygène n'est pas fournie. [1]

.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

- (iv) Calculez la variation d'entropie standard de la réaction, ΔS^\ominus , en $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$, en utilisant les données thermodynamiques de la section 12 du Recueil de données et les informations fournies ci-dessous. [1]

$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{O}_3(\text{g})$
$S^\ominus = +205,0 \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$	$S^\ominus = +237,6 \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

.....
.....
.....

- (v) Déduisez la variation d'énergie libre de Gibbs, ΔG^\ominus , en kJ mol^{-1} , de cette réaction à 298 K. [1]

.....
.....
.....

- (vi) Déduisez, en donnant une justification, si la réaction est spontanée ou non spontanée à cette température. [1]

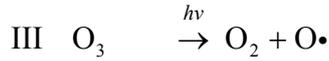
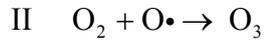
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 6)

- (d) (i) La concentration de l’ozone dans la haute atmosphère est maintenue grâce aux trois réactions suivantes, I, II et III.



Expliquez en vous référant aux liaisons présentes dans O_2 et dans O_3 , laquelle des réactions, I ou III, nécessite le plus d’énergie. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) En vous servant du dichlorodifluorométhane, CCl_2F_2 , comme exemple, résumez les réactions au cours desquelles la diminution de la couche d’ozone se produit dans la haute atmosphère. Formulez une équation pour chaque étape dans ce processus et expliquez l’étape initiale en vous référant aux liaisons dans CCl_2F_2 . [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

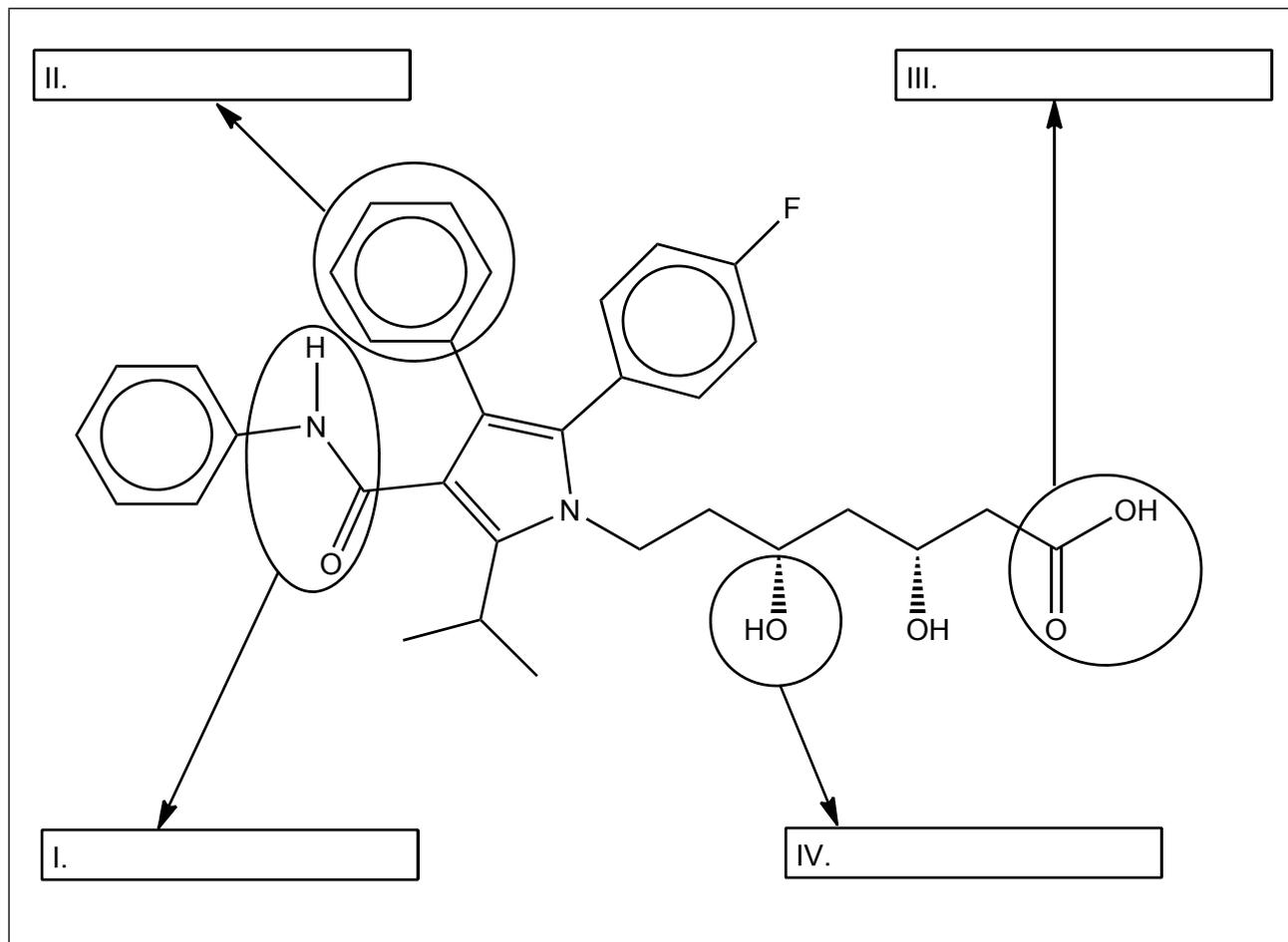
.....



7. L'industrie biopharmaceutique apporte aujourd'hui une contribution importante à l'économie mondiale.

(a) L'atorvastatine, un médicament utilisé pour réduire le taux de cholestérol, a récemment retenu l'attention des médias internationaux.

L'atorvastatine possède la structure suivante.



Identifiez les **quatre** groupements fonctionnels, I, II, III et IV.

[2]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (b) Le bute, un analgésique utilisé pour soigner les chevaux, a récemment suscité l'inquiétude générale, parce que des tests analytiques ont démontré que cette substance est entrée dans la chaîne alimentaire par le biais de viande de cheval étiquetée comme étant du boeuf. Le médicament est soupçonné d'être cancérigène.
 - (i) L'analyse d'un échantillon de bute, effectuée dans un laboratoire de sécurité alimentaire, a fourni les compositions élémentaires suivantes, exprimées en pourcentages par masse :

Élément	Pourcentage
C	73,99
H	6,55
N	9,09
O	Le reste

Calculez la formule empirique du bute, en explicitant votre développement.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) La masse molaire, M , du bute est de $308,37 \text{ g mol}^{-1}$. Calculez la formule moléculaire. [1]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

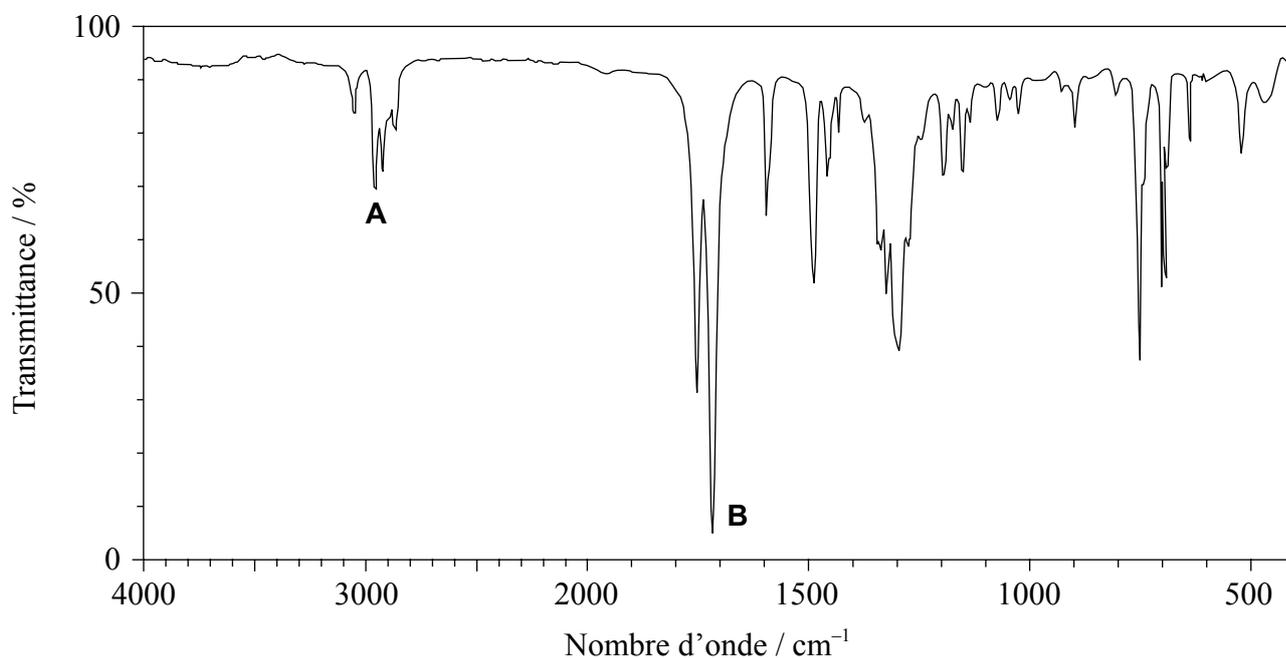


(Suite de la question 7)

(iii) Déduisez le degré d'insaturation (indice de déficit en hydrogène – IDH) du bute. [1]

.....
.....
.....

(iv) Le spectre infrarouge (IR) du bute est illustré ci-dessous.



[Source: SDBS web: www.sdb.srioddb.aist.go.jp (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2014)]

En utilisant les informations de la section 26 du Recueil de données, identifiez les liaisons qui correspondent à **A** et **B**. [1]

A :

B :

(Suite de la question à la page suivante)



Tournez la page

(Suite de la question 7)

- (v) En vous basant sur l'analyse du spectre infrarouge, prédisez, avec une explication, une liaison contenant de l'oxygène et une liaison contenant de l'azote qui ne peuvent **pas** être présentes dans la structure. [2]

Liaison contenant de l'oxygène non présente dans la structure :

.....

Liaison contenant de l'azote non présente dans la structure :

.....

Explication :

.....

.....

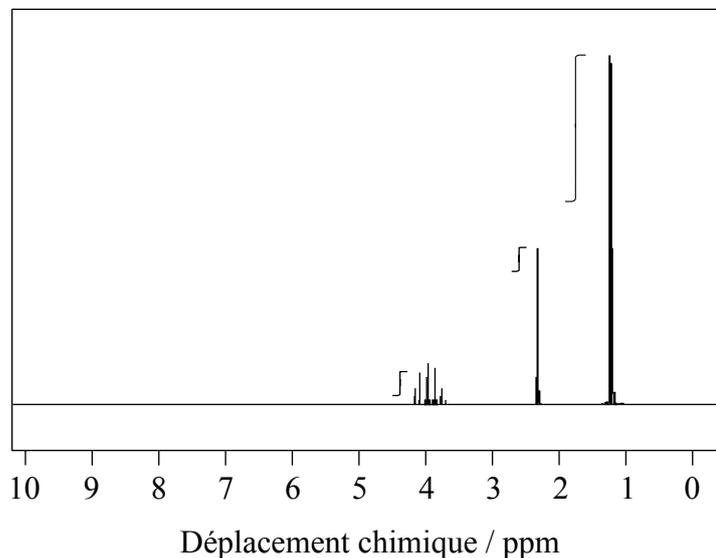
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (c) Un alcool, **X**, de formule moléculaire C_3H_8O , utilisé comme désinfectant dans les hôpitaux, a le spectre de RMN 1H suivant :



[Source: SDBS web: www.sdb.srioddb.aist.go.jp (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2014)]

Les valeurs de déplacement chimique des trois pics dans le spectre de RMN 1H de **X** sont centrées à $\delta = 4,0 ; 2,3$ et $1,2$ ppm.

- (i) À partir de la courbe d'intégration, estimez le rapport des atomes d'hydrogène se trouvant dans des environnements chimiques différents. [1]

.....
.....

- (ii) Déduisez la formule de structure complète de **X**. [1]

(Suite de la question à la page suivante)



Tournez la page

(Suite de la question 7)

- (iii) **Y** est un isomère de **X** contenant un groupement fonctionnel différent. Exprimez la formule de structure condensée de **Y**. [1]

.....
.....

- (iv) Comparez et opposez les spectres de masse prévus de **X** et de **Y** en utilisant la section 28 du Recueil de données. [2]

Une similitude :

.....
.....
.....

Une différence :

.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (v) **X** et **Y** sont tous deux solubles dans l'eau. Déduisez si **X** et **Y** forment, ou non, des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau, en représentant les liaisons hydrogène au moyen d'un schéma. [2]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

(d) Les deux isomères de $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ sont cristallins. Un des isomères est largement utilisé comme médicament dans le traitement du cancer.

(i) Dessinez les deux isomères du complexe. [1]

(ii) Expliquez la polarité de chaque isomère, en vous servant d'un schéma de chaque isomère pour illustrer votre réponse. [2]

.....

.....

(iii) Exprimez une méthode appropriée (autre que d'observer les moments dipolaires) pour distinguer les deux isomères. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

(iv) Comparez et opposez les types de liaisons formées par l'azote dans $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$. [2]

Similitude :

.....

.....

Différence :

.....

.....

(v) Déduisez toutes les forces intermoléculaires qui s'exercent entre des molécules d'ammoniac. [2]

.....

.....

.....

.....



Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



32EP30

Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



32EP31

Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



32EP32



BARÈME DE NOTATION

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

CHIMIE

Niveau Supérieur

Épreuve 2

Informations sur la matière : barème de notation de l'épreuve 2 du NS de chimie

Répartition des points

Les candidats doivent répondre à **TOUTES** les questions. Total maximum = **[95 points]**.

1. Chaque rangée dans le tableau du barème de notation se rapporte à la plus petite sous-partie de la question.
2. La note maximum pour chaque sous-partie d'une question est indiquée dans la colonne « Total ».
3. Chaque point attribué dans la colonne « Réponses » est coché au moyen du signe (✓) à la fin de la réponse.
4. Une sous-partie de question peut avoir plus de points attribués que ne le permet le total. Cela est indiqué par le terme « **max** » écrit après la note dans la colonne « Total ». La rubrique s'y rapportant sera, au besoin, résumée dans la colonne « Notes ».
5. Une autre façon d'exprimer la réponse est indiquée dans la colonne « Réponses » par une barre oblique (/). L'une ou l'autre formulation peut être acceptée.
6. Une autre réponse possible est indiquée dans la colonne « Réponses » par « **OU** » sur la ligne entre les choix. L'une ou l'autre des réponses peut être acceptée.
7. Les mots entre chevrons < > dans la colonne « Réponses » ne sont pas nécessaires pour obtenir les points.
8. Les mots soulignés sont nécessaires pour obtenir les points.
9. L'ordre des réponses possibles ne doit pas nécessairement être comme dans la colonne « Réponses », sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».
10. Si la réponse du candidat a le même « sens » ou peut être interprétée comme ayant une signification, une information et une validité équivalant à celle dans la colonne « Réponses », allouez la note. Si ce point est considéré comme particulièrement pertinent dans une question, l'expression « *ou réponse similaire* » apparaît dans la colonne « Notes ».
11. Rappelez-vous que de nombreux candidats rédigent l'épreuve dans une langue seconde. Une communication efficace est plus importante qu'une exactitude grammaticale.

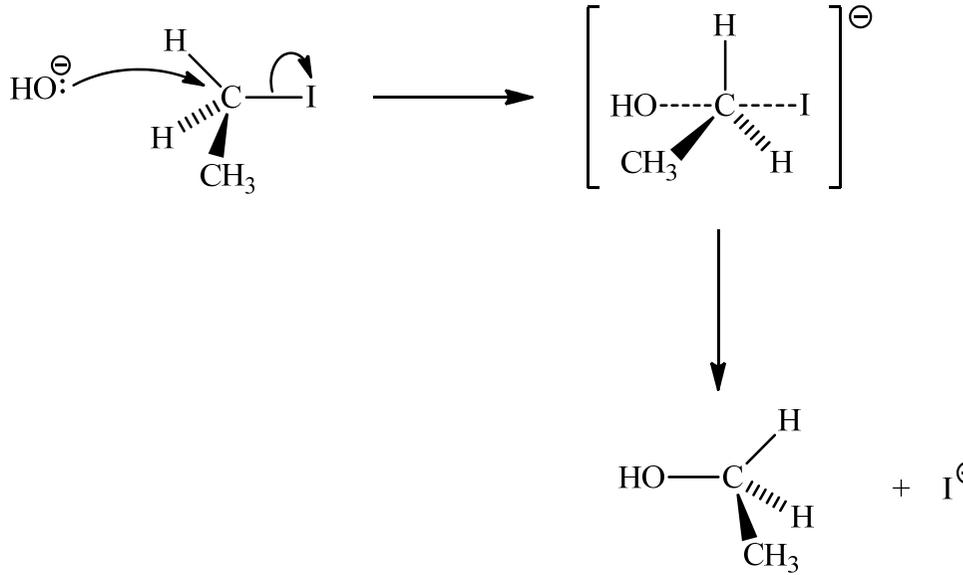
12. Parfois, une partie de la question peut exiger une réponse nécessaire pour obtenir les réponses subséquentes. Si une erreur est commise dans la première réponse, elle doit être pénalisée. Cependant, si la réponse incorrecte est utilisée correctement dans les réponses subséquentes, il faut alors allouer des points de **suivi**. Lors de la notation, indiquer cela en ajoutant l'expression « *erreur reportée* » (ER) sur la copie. La mention « ER acceptable » apparaîtra dans la colonne « Notes ».
13. Ne pénalisez **pas** les candidats pour des erreurs dans les unités ou les chiffres significatifs, **à moins** que ce soit expressément mentionné dans la colonne « Notes ».
14. Si une question demande spécifiquement le nom d'une substance, n'allouez pas de point pour une formule correcte sauf indication contraire dans la colonne « Notes », de même, si la formule est spécifiquement demandée, sauf indication contraire dans la colonne « Notes », n'allouez pas de point pour un nom correct.
15. Si une question demande une équation d'une réaction, habituellement, une équation équilibrée doit être exprimée avec des symboles, n'allouez pas de point pour une équation en mots ou une équation non équilibrée sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».
16. Ignorez les symboles précisant l'état physique absents ou incorrects sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».

Question			Réponse	Notes	Total
1.	a	i	$\langle (22,05 + 22,15)(0,5) \Rightarrow 22,10 \text{ cm}^3 \rangle \checkmark$		1
	a	ii	$\left\langle \frac{22,10 \times 0,100}{1000} \right\rangle = 2,21 \times 10^{-3} / 0,00221 \text{ mol} \checkmark$		1
	a	iii	$\left\langle \frac{0,5 \times 2,21 \times 10^{-3} \times 1000}{25,00} \right\rangle = 4,42 \times 10^{-2} / 0,0442 \text{ mol dm}^{-3} \checkmark$		1
	a	iv	$\langle 4,42 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow 4,42 \times 10^{-1} / 0,442 \text{ mol dm}^{-3} \rangle \checkmark$		1
	b	i	$\text{NaClO} : +1$ <pour le chlore> et $\text{I}_2 : 0$ <pour l'iode> \checkmark		1
	b	ii	ClO ⁻ étant donné que le chlore est réduit/gagne des électrons <i>OU</i> ClO ⁻ étant donné que l'état d'oxydation du chlore change de +1 à -1/diminue <i>OU</i> ClO ⁻ étant donné qu'il perd de l'oxygène / cause l'oxydation de l'iodure \checkmark		1
	b	iii	produit du chlore <gaz>/Cl ₂ <par réaction avec ClO ⁻ > qui est toxique \checkmark	<i>Ou réponse similaire.</i>	1
	b	iv	les états d'oxydation ne sont pas réels <i>OU</i> les états d'oxydation ne sont utilisés qu'à des fins de comptabilité des électrons \checkmark l'état d'oxydation moyen calculé du soufre est +2 \checkmark mais les deux atomes de soufre sont liés différemment/dans des environnements différents dans le thiosulfate, donc ils ont des états d'oxydation différents \checkmark	<i>Ou réponse similaire.</i>	2 max

Question		Réponse	Notes	Total												
2.	a	un radical / électron non apparié ✓		1												
	b	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modification</th> <th>Déplacement</th> <th>Justification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Augmentation de la température</td> <td>Gauche</td> <td>puisque réaction <directe> exothermique/ $\Delta H < 0$ ✓</td> </tr> <tr> <td>Augmentation de la pression</td> <td>Droite</td> <td>puisque moins de molécules <gazeuse> à droite ✓</td> </tr> <tr> <td>Addition d'un catalyseur au mélange</td> <td>Aucun changement</td> <td>puisque il influe également sur la vitesse de la réaction directe et inverse ✓</td> </tr> </tbody> </table>	Modification	Déplacement	Justification	Augmentation de la température	Gauche	puisque réaction <directe> exothermique/ $\Delta H < 0$ ✓	Augmentation de la pression	Droite	puisque moins de molécules <gazeuse> à droite ✓	Addition d'un catalyseur au mélange	Aucun changement	puisque il influe également sur la vitesse de la réaction directe et inverse ✓		3
Modification	Déplacement	Justification														
Augmentation de la température	Gauche	puisque réaction <directe> exothermique/ $\Delta H < 0$ ✓														
Augmentation de la pression	Droite	puisque moins de molécules <gazeuse> à droite ✓														
Addition d'un catalyseur au mélange	Aucun changement	puisque il influe également sur la vitesse de la réaction directe et inverse ✓														
	c	<p>Énergie potentielle</p> <p>Réactifs</p> <p>Produits</p> <p>Évolution de la réaction</p> <p>Énergie d'activation sans catalyseur</p> <p>Énergie d'activation avec catalyseur</p> <p>positions correctes des réactifs et des produits ✓ profil correct avec des légendes qui montrent l'énergie d'activation avec et sans catalyseur ✓</p>		2												

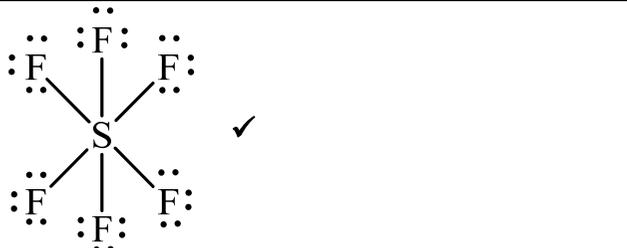
Question		Réponse	Notes	Total
	d	$2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq}) \checkmark$	<i>Ignorer les symboles précisant l'état physique.</i>	1
	e	le rayon ionique de l'azote est de 146pm/146×10 ⁻¹² m, plus grand que le rayon atomique qui est de 71pm/71×10 ⁻¹² m en raison de la répulsion accrue entre les électrons \checkmark	<i>Les valeurs doivent être données pour obtenir le point.</i>	1

3.	a	$\text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{HCOOH}(\text{aq}) \checkmark$	<i>Le signe d'équilibre doit être donné pour obtenir le point.</i>	1
	b	$K_a = 1,8 \times 10^{-4} \checkmark$		1
	c	$K_b = \left\langle \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,8 \times 10^{-4}} \right\rangle 5,6 \times 10^{-11} \checkmark$		1
	d	$K_b = \frac{x^2}{0,12} = 5,6 \times 10^{-11} \checkmark$ $[\text{OH}^-(\text{aq})] = 2,6 \times 10^{-6} \langle \text{mol dm}^{-3} \rangle \checkmark$ <i>Supposition : 0,12 - x ~ 0,12 \checkmark</i>	<i>Attribuer [2] si la réponse finale de $[\text{OH}^-(\text{aq})]$ est correcte. Accepter toute autre supposition raisonnable.</i>	3
	e	$\text{pOH} = \langle -\log(2,6 \times 10^{-6}) \Rightarrow 5,59 \checkmark$ $\text{pH} = \langle 14,00 - 5,59 \Rightarrow 8,41 \checkmark$	<i>Attribuer [2] si la réponse finale est correcte.</i>	2

Question		Réponse	Notes	Total
4.	a	 <p>flèche incurvée allant d'une paire électronique non liante/charge négative sur O dans HO⁻ vers C ✓</p> <p>flèche incurvée montrant le départ de I ✓</p> <p>représentation de l'état de transition montrant la charge négative, les crochets et les liaisons partielles à 180° l'une par rapport à l'autre ✓</p> <p>formation du produit organique CH₃CH₂OH et de I⁻ ✓</p>	<p><i>Ne pas accepter la flèche incurvée partant de H dans HO⁻.</i></p> <p><i>Accepter la flèche incurvée allant de la liaison entre C et I vers I dans 1-iodoéthane ou dans l'état de transition.</i></p> <p><i>Ne pas accepter la flèche partant de C vers la liaison C-I.</i></p> <p><i>Ne pas attribuer le troisième point si la liaison OH---C est représentée.</i></p> <p><i>L'inversion de la configuration doit être montrée pour obtenir le quatrième point.</i></p>	4
	b	<p><i>Expression de la vitesse :</i> vitesse = $k[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I}]$ ✓</p> <p><i>Molécularité de l'étape déterminante de la vitesse (EDV):</i> bimoléculaire ✓</p>		2

Question	Réponse	Notes	Total
c	<p>S_N2 :</p> <p>les solvants protiques polaires diminuent la réactivité nucléophile à cause des liaisons hydrogène</p> <p>OU</p> <p>les solvants protiques polaires ont une cage de molécules de solvant qui entoure le nucléophile anionique ce qui entraîne une augmentation de la stabilité <donc plus lents></p> <p>OU</p> <p>les solvants aprotiques polaires n'ont pas de liaisons hydrogène de sorte que les réactions S_N2 sont favorisées puisque les nucléophiles ne se solvatent pas efficacement de sorte qu'ils ont un effet amplifié/prononcé sur le caractère nucléophile des nucléophiles anionique</p> <p><donc plus rapides> ✓</p> <p>S_N1 :</p> <p>les solvants protiques polaires favorisent les réactions S_N1 puisque le carbocation <intermédiaire> est solvate au moyen d'interactions ion-dipôle par le solvant polaire ✓</p>		2
d	DMF parce qu'un solvant aprotique favorise S_N2 ✓		1
e	A est un indicateur de la fréquence des collisions et de la probabilité que les collisions aient des orientations appropriées ✓		1
f	$k = \left\langle \exp \left[\frac{(-87,0 \times 1000)}{(8,31 \times 298)} + \ln(2,10 \times 10^{11}) \right] \right\rangle = 1,2 \times 10^{-4} \quad \checkmark$ <p>S_N2 implique un ordre deux donc $\text{mol}^{-1} \text{dm}^3 \text{s}^{-1}$ ✓</p>		2

Question		Réponse	Notes	Total
5.	a	seulement de l'eau/H ₂ O est produite <donc non polluant> ✓		1
	b	<p><i>Rupture de liaison :</i> (1)(H-H) + (4)(C-H) + (1)(C=C) OU (1)(436) + (4)(414) + (1)(614) = 2706 <kJ mol⁻¹> ✓</p> <p><i>Formation de liaison :</i> (6)(C-H) + (1)(C-C) OU (6)(414) + (1)(346) = 2830 <kJ mol⁻¹> ✓</p> <p><+2706 - 2830> = -124 <kJ mol⁻¹> ✓</p>	<p><i>Attribuer [2 max] si +124 <kJ mol⁻¹>.</i> <i>Attribuer [3] si la réponse finale est correcte.</i></p>	3

Question			Réponse		Notes	Total									
6.	a	i	Structure de Lewis (électrons représentés par des points)		Des lignes, des x ou des points peuvent être utilisés pour représenter les paires d'électrons. Les charges peuvent être représentées dans les structures de Lewis de l'ozone, mais ne sont pas requises.	2									
			Ozone												
			Hexafluorure de soufre												
	a	ii	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Géométrie du domaine électronique</th> <th>Géométrie moléculaire</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ozone</td> <td>trigonale/triangulaire plane</td> <td>en V/pliée/angulaire ✓</td> </tr> <tr> <td>Hexafluorure de soufre</td> <td>octaédrique/ bipyramidale à base carrée</td> <td>octaédrique/ bipyramidale à base carrée ✓</td> </tr> </tbody> </table>			Géométrie du domaine électronique	Géométrie moléculaire	Ozone	trigonale/triangulaire plane	en V/pliée/angulaire ✓	Hexafluorure de soufre	octaédrique/ bipyramidale à base carrée	octaédrique/ bipyramidale à base carrée ✓	Attribuer [1 max] soit si les deux géométries du domaine électronique sont correctes OU si les deux géométries moléculaires sont correctes. Accepter « coudée ».	2
	Géométrie du domaine électronique	Géométrie moléculaire													
Ozone	trigonale/triangulaire plane	en V/pliée/angulaire ✓													
Hexafluorure de soufre	octaédrique/ bipyramidale à base carrée	octaédrique/ bipyramidale à base carrée ✓													
	a	iii	hexafluorure de soufre/SF ₆ ✓			1									
	a	iv	Ozone : Accepter tout angle plus grand que 115° mais inférieur à 120° et Hexafluorure de soufre : 90° (et 180°) ✓		La valeur expérimentale de l'angle de liaison dans O ₃ est de 117°.	1									

Question			Réponse	Notes	Total																				
6.	a	v		<p>La flèche bi directionnelle n'est pas nécessaire pour obtenir le point.</p> <p>Des lignes, des x ou des points peuvent être utilisés pour représenter les paires d'électrons.</p>	1																				
	b	i	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Structure de Lewis (électrons représentés par des points)</th> <th>CF de O à G</th> <th>CF de N central</th> <th>CF de N à D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>$:\ddot{\text{O}}=\text{N}=\ddot{\text{N}}:$</td> <td>0</td> <td>+1</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>$:\ddot{\text{O}}-\text{N}\equiv\text{N}:$</td> <td>-1</td> <td>+1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>$:\text{O}\equiv\text{N}-\ddot{\text{N}}:$</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>-2</td> </tr> </tbody> </table>		Structure de Lewis (électrons représentés par des points)	CF de O à G	CF de N central	CF de N à D	A	$:\ddot{\text{O}}=\text{N}=\ddot{\text{N}}:$	0	+1	-1	B	$:\ddot{\text{O}}-\text{N}\equiv\text{N}:$	-1	+1	0	C	$:\text{O}\equiv\text{N}-\ddot{\text{N}}:$	+1	+1	-2	<p>Attribuer [2] si toutes les neuf CF sont correctes, [1] si six à huit CF sont correctes.</p>	2
	Structure de Lewis (électrons représentés par des points)	CF de O à G	CF de N central	CF de N à D																					
A	$:\ddot{\text{O}}=\text{N}=\ddot{\text{N}}:$	0	+1	-1																					
B	$:\ddot{\text{O}}-\text{N}\equiv\text{N}:$	-1	+1	0																					
C	$:\text{O}\equiv\text{N}-\ddot{\text{N}}:$	+1	+1	-2																					
	b	ii	<p>la plus petite différence de CF pour A ou B, donc l'une ou l'autre est préférée ✓ cependant, B est préférée étant donné que l'oxygène est plus électronégatif que l'azote, même si la CF en soi ignore l'électronégativité ✓</p>	<p>Une justification est requise pour obtenir 1 point.</p> <p>Ou réponse similaire.</p>	2																				
	c	i	$\text{CH}_4(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{O}_3(\text{g}) \quad \checkmark$		1																				
	c	ii	$\Delta H^\ominus = \langle [(-393,5) + (2)(-241,8) + (2)(+142,3)] - [(-74,0)] \rangle = -660,8 \text{ kJ mol}^{-1} \checkmark$		1																				
	c	iii	<p>la variation d'enthalpie standard de formation/ ΔH_f^\ominus d'un élément < dans sa forme la plus stable > est toujours zéro ✓</p>		1																				
	c	iv	$\Delta S^\ominus = \langle [(+213,8) + (2)(+188,8) + (2)(+237,6)] - [(+186) + (5)(+205,0)] \rangle = -144,4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \checkmark$		1																				
	c	v	$\Delta G^\ominus = \langle \Delta H^\ominus - T\Delta S^\ominus = (-660,8) - (298) \left(\frac{-144,4}{1000} \right) \rangle = -617,8 \text{ kJ mol}^{-1} \checkmark$		1																				
	c	vi	<p>spontanée étant donné que ΔG^\ominus est négatif ✓</p>		1																				

Question			Réponse	Notes	Total
6.	d	i	<p>O₂ a une liaison double ✓</p> <p>O₃ a des liaisons intermédiaires entre des liaisons doubles et des liaisons simples <i>OU</i> O₃ a un ordre de liaison de 1½ ✓</p> <p>la liaison dans O₂ est plus forte par conséquent I nécessite le plus d'énergie ✓</p>	<p><i>Ne pas attribuer de point pour I seule sans justification.</i></p>	3
	d	ii	<p>la «liaison» C-Cl se rompt étant donné que c'est la liaison la plus faible ✓</p> <p>$\text{CCl}_2\text{F}_2 \xrightarrow{h\nu} \cdot\text{CClF}_2 + \text{Cl}\cdot$ ✓</p> <p>$\text{Cl}\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO}\cdot + \text{O}_2$ ✓</p> <p>$\text{ClO}\cdot + \text{O}\cdot \rightarrow \text{O}_2 + \text{Cl}\cdot$ ✓</p> <p>$\text{ClO}\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{Cl}\cdot + 2\text{O}_2$ ✓</p>	<p><i>Accepter la représentation des radicaux sans • pourvu que ce soit cohérent dans toutes les réactions.</i></p>	5

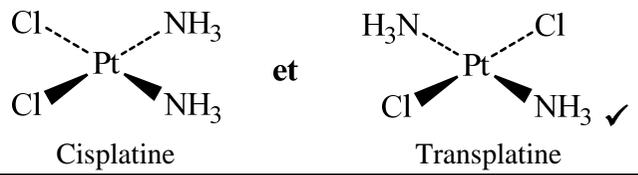
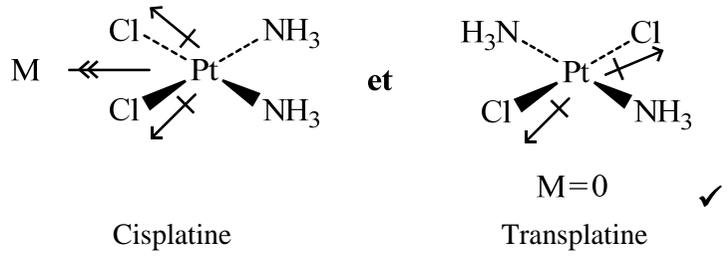
Question		Réponse	Notes	Total	
7.	a	<p>I : amide / carboxamide ✓</p> <p>II : phényle ✓</p> <p>III : carboxyle / carboxy ✓</p> <p>IV : hydroxyl ✓</p>	<p>Attribuer [2] si les quatre sont corrects, [1] si deux ou trois sont corrects.</p> <p>Ne pas accepter benzène.</p> <p>Ne pas accepter acide carboxylique/alcanoïque.</p> <p>Ne pas accepter alcool ou hydroxyde.</p>	2 max	
	b	i	<p>$n_C : \left\langle \frac{73,99}{12,01} \right\rangle = 6,161(\text{mol})$ et $n_H : \left\langle \frac{6,55}{1,01} \right\rangle = 6,49(\text{mol})$ et</p> <p>$n_N : \left\langle \frac{9,09}{14,01} \right\rangle = 0,649(\text{mol})$ et $n_O : \left\langle \frac{10,37}{16,00} \right\rangle = 0,6481(\text{mol})$ ✓</p> <p>$n_C : n_H : n_N : n_O = 9,5 : 10 : 1 : 1$ ✓</p> <p>Formule empirique : $C_{19}H_{20}N_2O_2$ ✓</p>	<p>Attribuer [2 max] si la réponse finale est correcte, mais sans les calculs.</p>	3
	b	ii	$C_{19}H_{20}N_2O_2$ ✓	1	
	b	iii	$\langle (0,5)(40 - 20 + 4 - 2) \rangle = 11$ ✓	1	
	b	iv	A : C-H et B : C=O ✓	1	
	b	v	<p>O-H et N-H ✓</p> <p>les fréquences/élongations dues à O-H et N-H apparaissent au-dessus de 3200 cm^{-1} ; ces groupements ne sont pas présents dans le spectre IR du <i>bute</i> ✓</p>	2	
	c	i	1:1:6 ✓	1	

Question			Réponse	Notes	Total
7.	c	ii	$ \begin{array}{ccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\ & & & & \\ \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} \\ & & & & \\ & \text{H} & \text{O} & \text{H} & \\ & & & & \\ & & \text{H} & & \end{array} $ <p style="text-align: right;">✓</p>		1
	c	iii	CH ₃ OCH ₂ CH ₃ ✓		1
	c	iv	<p><i>Similitude :</i> les deux ont des fragments correspondant à $(M_r - 15)^+ / m/z = 45$ ✓</p> <p><i>Différence :</i> X a un fragment correspondant à $(M_r - 17)^+ / m/z = 43$ OU X a un fragment correspondant à $(M_r - 43)^+ / m/z = 17$ OU Y a un fragment correspondant à $(M_r - 31)^+ / m/z = 29$ OU Y a un fragment correspondant à $(M_r - 29)^+ / m/z = 31$ ✓</p>	<p>Accepter « les deux ont le même pic de l'ion moléculaire/M⁺ / les deux ont m/z = 60 ». Cependant, en pratique, le pic de l'ion moléculaire est d'abondance faible et difficile à observer pour le propan-2-ol.</p>	2

(Suite de la question 7)

Question		Réponse	Notes	Total
	<p>c</p> <p>v</p>	<p>X et Y forment tous deux des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau ✓</p> <p>schémas montrant les liaisons hydrogène ✓</p> <p>X :</p> $ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\ddot{\text{O}}: \text{-----} \text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}: \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array} $ <p>OU</p> $ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\ddot{\text{O}}-\text{H} \text{-----} \text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Y :</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\ddot{\text{O}}-\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \\ \text{-----} \\ \\ \text{H} \\ \\ \text{:O}-\text{H} \\ \cdot\cdot \end{array} $		<p>2</p>

(Suite de la question 7)

Question			Réponse	Notes	Total
7.	d	i	 <p>Cisplatine et Transplatine ✓</p>	<p><i>Les noms des complexes ne sont pas nécessaires.</i> <i>Les complexes peuvent être dessinés sans représenter les liaisons selon les conventions d'écriture de la stéréochimie.</i></p>	1
	d	ii	 <p>Cisplatine et Transplatine ✓</p> <p>M=0 ✓</p> <p><i>Cis : polaire et trans : non polaire ✓</i></p>		2
	d	iii	cristallographie aux rayons X ✓	<i>Accepter spectroscopie RMN.</i>	1
	d	iv	<p><i>Similitude :</i> les deux impliquent des paires d'électrons partagés / les deux sont covalents ✓</p> <p><i>Différence :</i> <i>Pt-N :</i> la paire d'électrons fournie par l'azote / liaison de coordination et <i>N-H :</i> un électron fourni par chaque atome lié ✓</p>		2
	d	v	<p>London / dispersion / dipôle induit instantané-dipôle induit ✓</p> <p>dipôle-dipôle ✓</p> <p>liaison hydrogène ✓</p>	<i>Attribuer [2] si les trois sont correctes, [1] pour deux correctes.</i>	2 max


CHIMIE
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 3

Numéro de session du candidat

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

Code de l'examen

1 heure 15 minutes

				-				
--	--	--	--	---	--	--	--	--

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Section A: répondez à toutes les questions.
- Section B: répondez à toutes les questions d'une des options.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.
- Une calculatrice est nécessaire pour cette épreuve.
- Un exemplaire non annoté du *Recueil de données de Chimie* est nécessaire pour cette épreuve.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est [45 points].

Option	Questions
Option A — Les matériaux	3 – 7
Option B — La biochimie	8 – 12
Option C — L'énergie	13 – 16
Option D — La chimie médicinale	17 – 21



SECTION A

Répondez à **toutes** les questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

1. Les composés utilisés pour la production de froid dans les réfrigérateurs et les systèmes de climatisation sont connus sous le nom de fluides frigorigènes. Un fluide frigorigène subit un changement d'état réversible impliquant la vaporisation et la condensation. La recherche de fluides frigorigènes adaptés a occupé les chimistes pendant environ 200 ans.

Auparavant, les fluides frigorigènes les plus populaires étaient les chlorofluorocarbones (CFC), mais ceux-ci ont été remplacés d'abord par les hydrochlorofluorocarbones (HCFC) et plus récemment par les hydrofluorocarbones (HFC).

Quelques données sur des exemples de ces trois classes de fluides frigorigènes sont présentées ci-dessous.

Classe	Composé	PDO ¹	PRP ² sur 100 ans	$\Delta H_{\text{vap}}^3 / \text{kJ mol}^{-1}$	Durée de vie atmosphérique / ans
CFC	CCl_3F	1,0	4000	24,8	45
CFC	CCl_2F_2	1,0	8500	20,0	102
HCFC	CHCl_2CF_3	0,02	90	26,0	1
HCFC	CHClF_2	0,05	1810	20,2	12
HFC	CH_2FCF_3	0	1100	-	-
HFC	CHF_2CF_3	0	3500	30,0	32

¹ PDO : Le potentiel de diminution de la couche d'ozone (PDO) est une mesure relative de la quantité de dégradation de la couche d'ozone causée par le composé. Il est comparé à la même masse de CCl_3F , dont le PDO est de 1,0.

² PRP : Le potentiel de réchauffement de la planète (PRP) est une mesure relative de la contribution totale du composé au réchauffement de la planète sur la période de temps spécifiée. Il est comparé à la même masse de CO_2 , dont le PRP est de 1,0.

³ ΔH_{vap} : Définie comme étant l'énergie requise pour transformer une mole de composé liquide en gaz.

- (a) (i) Expliquez pourquoi les valeurs de PDO et de PRP n'ont pas d'unités. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (ii) En faisant référence aux formules chimiques et aux valeurs de PDO des composés, commentez l'hypothèse selon laquelle le chlore est responsable de la diminution de la couche d'ozone. [1]

.....

.....

.....

- (b) Utilisez les données du tableau pour interpréter la relation entre la durée de vie atmosphérique d'un gaz et son PRP. [2]

.....

.....

.....

.....

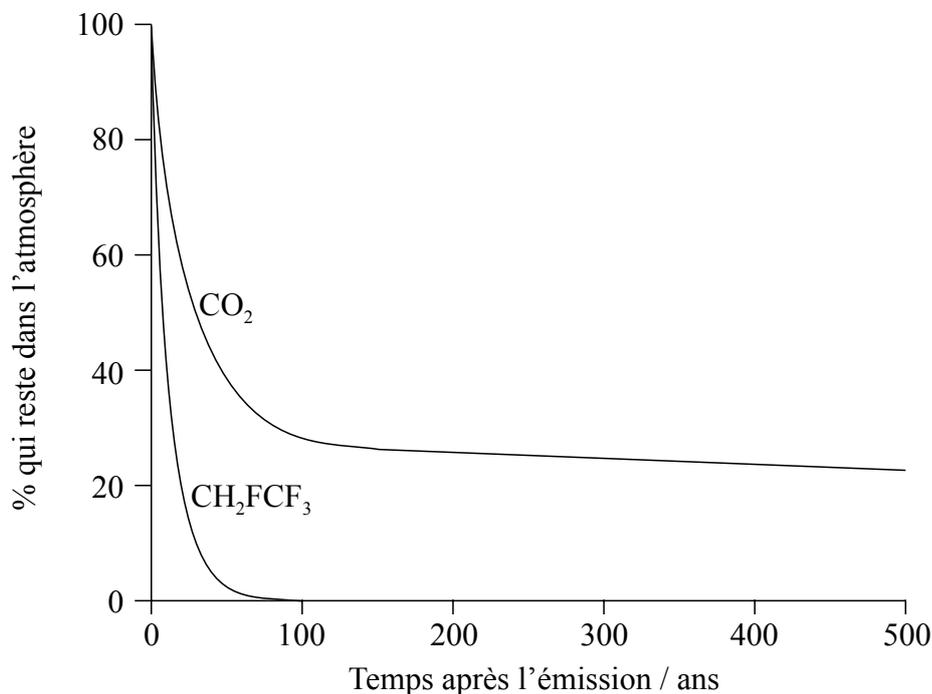
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (c) Le graphique montre l'évolution dans le temps des concentrations de masses égales de CO_2 et de CH_2FCF_3 introduits dans l'atmosphère.



- (i) Appliquez les règles de l'UICPA pour exprimer le nom de CH_2FCF_3 . [1]

.....

- (ii) La $\Delta H_{\text{vaporisation}}$ de CH_2FCF_3 est de 217kJ kg^{-1} . Calculez la valeur de la variation d'enthalpie pour la condensation d'une mole de CH_2FCF_3 . [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (iii) En faisant référence au graphique de la page 4, commentez la durée de vie atmosphérique de CO_2 par rapport à CH_2FCF_3 , et son influence probable sur les changements climatiques. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



44EP05

Tournez la page

2. Thomas veut déterminer la formule empirique d'un oxyde de cuivre rouge-brun. La méthode qu'il choisit consiste à convertir une quantité connue de sulfate de cuivre(II) en cet oxyde. Voici les étapes de sa procédure :

- Préparer 100 cm^3 d'une solution 1 mol dm^{-3} en utilisant des cristaux de sulfate de cuivre(II) hydraté.
- Faire réagir un volume connu de cette solution avec du glucose en milieu basique, afin de la convertir en oxyde de cuivre rouge-brun.
- Séparer l'oxyde précipité et trouver sa masse.

(a) Thomas calcule qu'il a besoin de $0,1 \times [1 \times 63,55 + 1 \times 32,07 + 4 \times 16,00] = 15,962 \pm 0,001\text{ g}$ du sulfate de cuivre(II) pour préparer la solution. Résumez l'erreur importante dans son calcul. [1]

.....
.....

(b) Il ajoute alors $100 \pm 1\text{ cm}^3$ d'eau avec un cylindre gradué et il dissout les cristaux de sulfate de cuivre(II). Un ami lui dit que pour préparer des solutions étalons, il est préférable d'utiliser une fiole jaugée au lieu d'ajouter de l'eau avec un cylindre gradué. Suggérez **deux** raisons pour lesquelles une fiole jaugée est préférable. [2]

.....
.....
.....

(c) Thomas chauffe ensuite 25 cm^3 de la solution avec du glucose en excès en milieu basique, pour la convertir en une suspension d'oxyde de cuivre rouge-brun. Décrivez comment il peut obtenir un produit solide pur et sec. [2]

.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

- (d) En utilisant les mêmes réactions chimiques, suggérez comment la méthode de Thomas visant à déterminer la masse d'oxyde de cuivre rouge-brun qu'il pourrait obtenir à partir d'une masse connue de cristaux de sulfate de cuivre(II) pourrait être simplifiée, afin de produire des résultats plus précis.

[1]

.....

.....

.....

.....

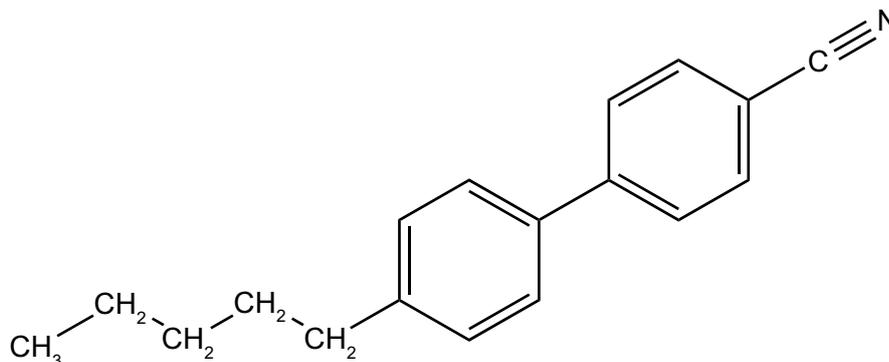


SECTION B

Répondez à **toutes** les questions d'**une** des options. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

Option A — Les matériaux

3. (a) La molécule illustrée ci-dessous est fréquemment utilisée dans des affichages à cristaux liquides (ACL).



Identifiez une caractéristique physique de cette molécule qui lui permet d'exister à l'état de cristal liquide.

[1]

.....

- (b) (i) Décrivez la méthode de dépôt chimique en phase vapeur (DCPV) pour la production des nanotubes de carbone.

[2]

.....
.....
.....
.....

- (ii) De nombreux catalyseurs modernes utilisent des nanotubes de carbone comme support du matériau actif. Exprimez le principal avantage de l'utilisation des nanotubes de carbone.

[1]

.....
.....

(L'option A continue sur la page suivante)



(Suite de l'option A)

4. Différents oxydes de métaux sont largement utilisés dans la production de matériaux céramiques et leur fonction est étroitement liée au type de liaison présente dans le composé.

(a) L'oxyde de magnésium et l'oxyde de cobalt(II) sont tous deux incorporés dans les céramiques. À l'aide de la section 8 du Recueil de données, calculez les valeurs et complétez le tableau ci-dessous. [2]

Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)
Différence d'électronégativité
Électronégativité moyenne

(b) À l'aide de la section 29 du Recueil de données, complétez le tableau ci-dessous, en prédisant le type de liaison et le pourcentage de caractère covalent de chaque oxyde. [2]

Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)
Type de liaison
% de caractère covalent

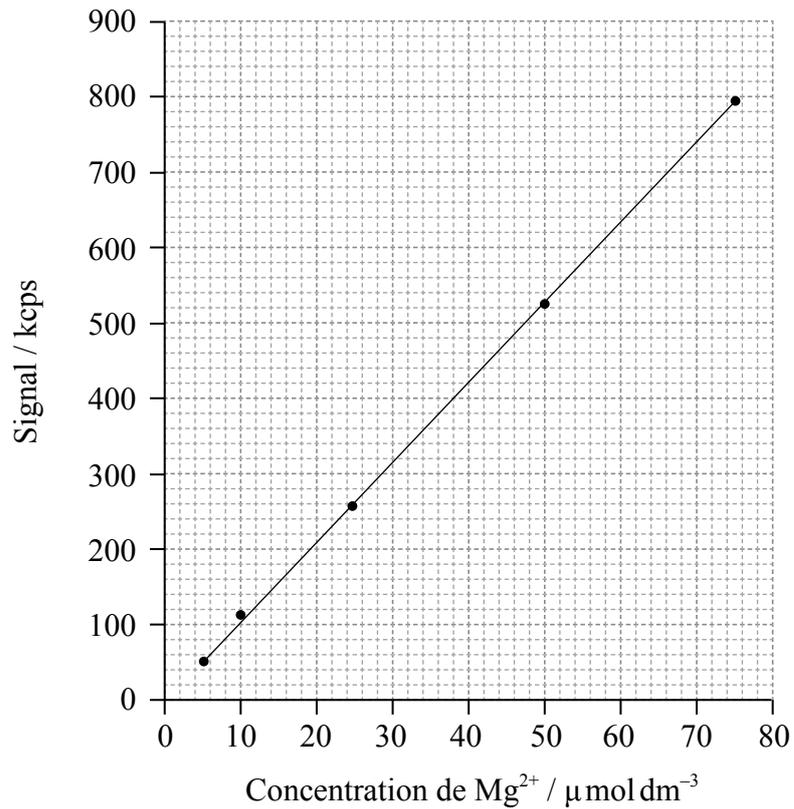
(L'option A continue sur la page suivante)



(Suite de l'option A)

5. Le magnésium est un composant essentiel de la chlorophylle et on peut en trouver des traces dans divers fluides de plantes. Sa concentration peut être estimée en utilisant la spectroscopie d'émission optique couplée par plasma induit (ICP-OES).

(a) Une courbe d'étalonnage obtenue par ICP-OES du magnésium est illustrée dans le graphique ci-dessous.



(i) Déterminez la masse des ions magnésium présents dans 250 cm³ d'une solution de concentration 10 μmol dm⁻³. [2]

.....
.....
.....

(L'option A continue sur la page suivante)



(Option A, suite de la question 5)

- (ii) Deux solutions ont donné des taux de comptage de 627kcps et de 12kcps respectivement. Justifiez quelle solution peut être analysée de manière plus satisfaisante en utilisant cette courbe d'étalonnage. [1]

.....
.....

- (b) Les concentrations d'ions magnésium auraient pu également être déterminées par précipitation sous forme d'hydroxyde de magnésium. Le produit de solubilité de l'hydroxyde de magnésium est de $1,20 \times 10^{-11}$ à 298 K. Une solution saturée d'hydroxyde de magnésium est formée, à 298 K, dans une solution de concentration $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$ en ions hydroxyde. Calculez la concentration des ions magnésium. [3]

.....
.....
.....
.....

(L'option A continue sur la page suivante)



(Suite de l'option A)

6. Les matières plastiques, comme le PVC et la mélamine, sont largement utilisées dans la société moderne.

(a) Le PVC est thermoplastique, tandis que la mélamine est thermodurcissable. Exprimez une autre tentative de classification des matières plastiques de la part des scientifiques, et résumez en quoi la classification que vous avez choisie est utile. [2]

.....
.....
.....
.....

(b) Il s'est écoulé près d'un siècle après la découverte du PVC avant que Waldo Semon le transforme en matière plastique utile, en ajoutant des plastifiants. Exprimez et expliquez l'effet qu'ont les plastifiants sur les propriétés du PVC. [2]

.....
.....
.....
.....

(c) Justifiez pourquoi, en matière d'économie d'atomes, la polymérisation du PVC peut être considérée comme de la « chimie verte ». [1]

.....
.....

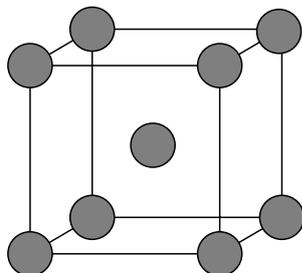
(L'option A continue sur la page suivante)



(Suite de l'option A)

7. Les supraconducteurs sont maintenant largement utilisés dans des appareils comme les scanners d'IRM et les magnéto-trains. De nombreux supraconducteurs font intervenir l'utilisation du niobium.

(a) On trouve le plus couramment le niobium sous forme cristalline dont la cellule unitaire est représenté ci-dessous.



Classez la structure cristalline, le nombre de coordination des atomes et le nombre d'atomes auxquels la cellule unitaire est équivalente.

[3]

Structure cristalline :
.....

Nombre de coordination :
.....

Nombre d'atomes :
.....

(b) La diffraction des rayons X montre que la longueur du côté de la cellule unitaire est de 0,314 nm. Utilisez cette information et les données de la partie (a) pour déterminer la masse volumique, en kg m^{-3} , du niobium.

[3]

.....
.....
.....
.....
.....

(L'option A continue sur la page suivante)



(Option A, suite de la question 7)

- (c) Selon la théorie de Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS), les paires de Cooper permettent d'expliquer la supraconductivité de type 1. Décrivez comment les paires de Cooper sont formées et le rôle qu'y joue le réseau d'ions positifs. [2]

.....

.....

.....

.....

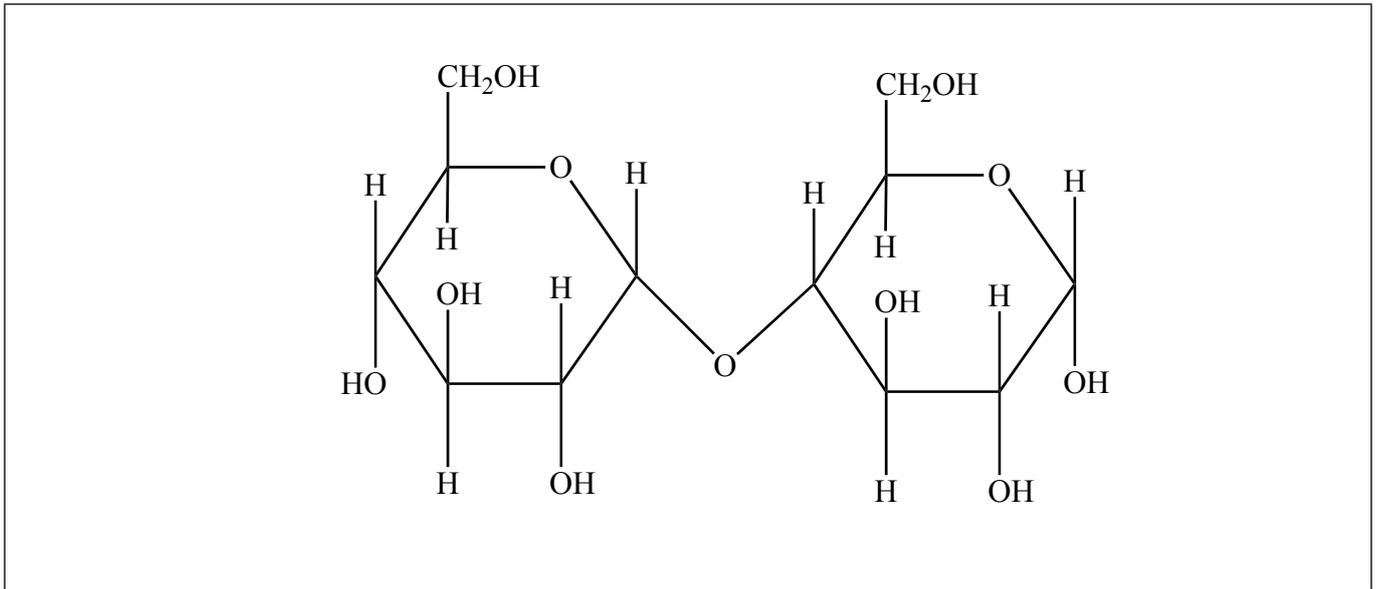
.....

Fin de l'option A



Option B — La biochimie

8. Le schéma ci-dessous illustre la structure d'un disaccharide appelé maltose.



- (a) Identifiez sur le schéma un groupement alcool primaire, en inscrivant I sur l'oxygène, et un groupement alcool secondaire, en inscrivant II sur l'oxygène. [1]
- (b) (i) Formulez une équation, en utilisant des formules moléculaires, pour montrer la conversion de cette molécule en ses monomères. [1]

.....
.....

- (ii) Identifiez le type de processus métabolique illustré dans la partie (b)(i). [1]

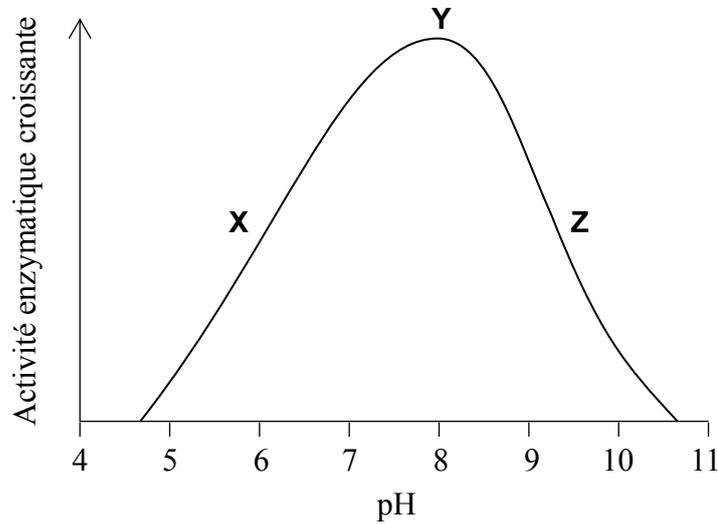
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 8)

- (c) La réaction dans la partie (b) est catalysée par une enzyme, la maltase. Des expériences ont été effectuées pour étudier la vitesse de décomposition du maltose en présence de maltase, à des valeurs de pH variant de 4 à 11. Les résultats sont montrés ci-dessous.



Décrivez comment l'activité de l'enzyme varie avec le pH, en incluant dans votre réponse une référence spécifique à la façon dont le pH affecte l'enzyme dans les zones X, Y et Z.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 8)

- (d) Les expériences décrites dans la partie (c) utilisent une gamme de solutions tampons. Un(e) étudiant(e) devait préparer $1,00 \text{ dm}^3$ de solution tampon de pH 5,00 à partir d'une solution d'acide butanoïque $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ et de butanoate de sodium solide. La masse molaire du butanoate de sodium est de $110,01 \text{ g mol}^{-1}$.

À l'aide des informations des sections 1 et 21 du Recueil de données, déterminez la quantité de chaque composant que l'étudiant(e) doit mélanger. Supposez qu'aucun changement de volume ne se produit lors du mélange. Montrez tout votre développement.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

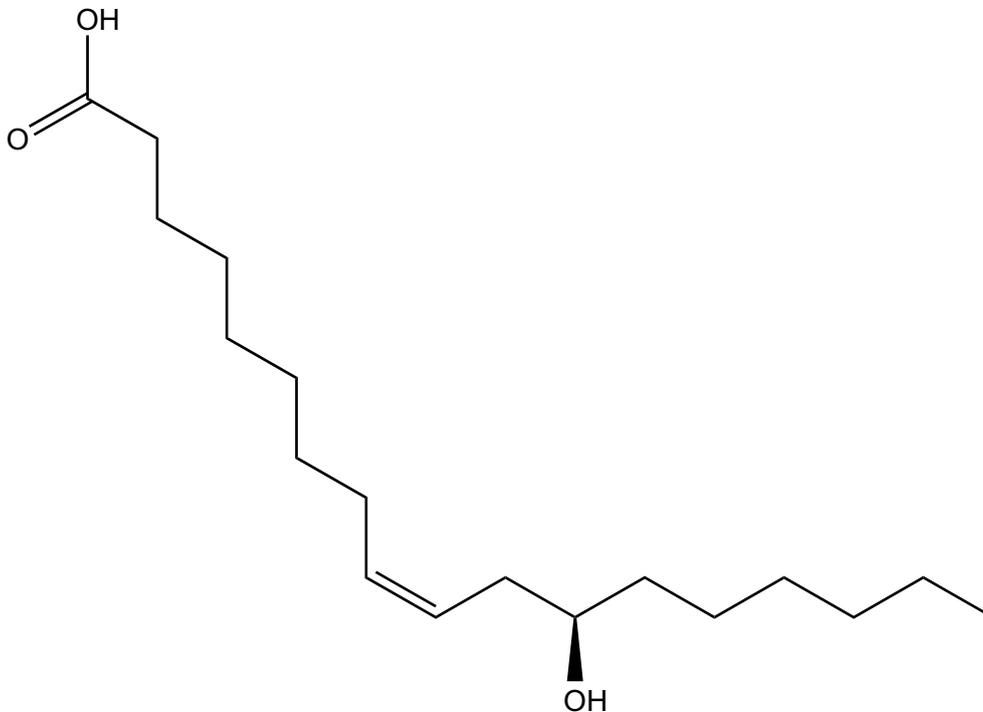
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Suite de l'option B)

9. Le ricin est une plante cultivée pour son huile. L'huile de ricin est principalement un triglycéride de l'acide ricinoléique, un acide gras relativement rare, dont la structure est donnée ci-dessous.



- (a) Exprimez la formule moléculaire de l'acide ricinoléique. [1]

.....
.....

- (b) (i) Comparez et opposez l'acide ricinoléique avec l'acide stéarique, dont la structure est donnée à la section 34 du Recueil de données. [3]

.....
.....
.....
.....
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 9)

- (ii) Exprimez et expliquez en quoi le triglycéride de l'acide ricinoléique devrait être différent du triglycéride de l'acide stéarique dans sa tendance à subir le rancissement oxydatif. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Déduisez le nombre de stéréoisomères possibles de l'acide ricinoléique. [1]

.....

- (d) La graine de ricin contient de la ricine, une protéine toxique, fatale à faible dose. Au cours du processus d'extraction de l'huile, la toxine est inactivée par chauffage.

- (i) Résumez pourquoi la ricine perd ses effets toxiques lors du chauffage. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Examinez pourquoi de nombreux pays ne récoltent plus la plante de ricin, mais misent plutôt sur les importations d'huile de ricin en provenance d'autres pays. [2]

.....

.....

.....

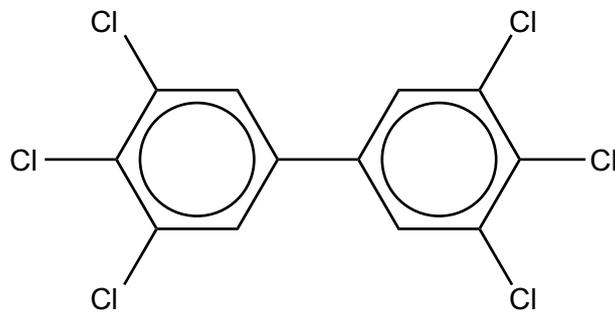
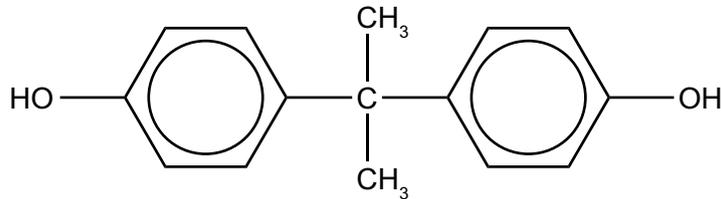
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Suite de l'option B)

10. La figure ci-dessous montre deux exemples de molécules appelées xénoestrogènes, un type de xénobiotique. Elles ont des effets sur les organismes vivants semblables à ceux de l'œstrogène, une hormone féminine. Ces composés sont présents dans l'environnement et peuvent être absorbés par les organismes vivants, où ils peuvent être stockés dans certains tissus.



- (a) Exprimez ce que signifie le terme xénobiotique.

[1]

.....
.....
.....

- (b) En référence à leurs structures, résumez pourquoi ces xénobiotiques sont facilement stockés dans les graisses animales.

[1]

.....
.....
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 10)

- (c) Une façon de réduire la concentration d'un xénobiotique dans l'environnement consiste à développer une molécule spécifique, un « hôte », qui peut se lier à lui. La liaison entre l'hôte et le xénobiotique forme une supramolécule.

Exprimez **trois** types d'association qui peuvent se produire dans la supramolécule entre l'hôte et le xénobiotique.

[1]

.....

.....

.....

.....

- 11. L'ADN est la molécule qui porte l'information génétique dans presque toutes les cellules. Deux mois avant la publication par Watson et Crick de leur article décrivant la nature en double hélice de l'ADN, en 1953, Linus Pauling a proposé, dans une publication, une structure de l'ADN basée sur une hélice triple. Dans le modèle de Pauling, qui s'est rapidement avéré erroné, les groupements phosphate se trouvent placés au centre de l'hélice et les bases azotées à la périphérie.

- (a) Suggérez pourquoi le modèle de Pauling n'aurait pas été une structure stable de l'ADN. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) L'ADN possède la particularité de pouvoir se répliquer. Exprimez le type et la position des liaisons qui se rompent lorsque s'amorce le processus de réplication. [1]

.....

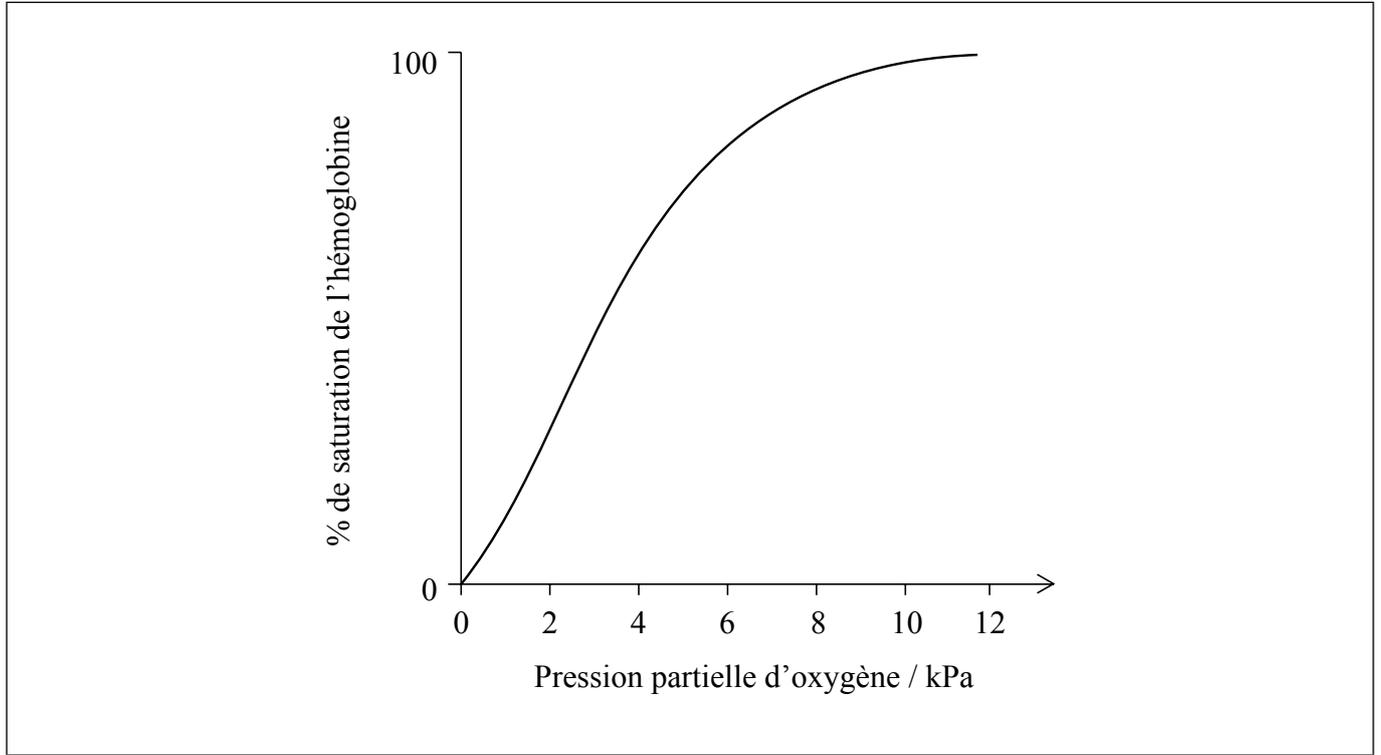
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Suite de l'option B)

12. L'hémoglobine est une protéine ayant une structure quaternaire. Le graphique ci-dessous montre la relation entre le pourcentage de saturation de l'hémoglobine par l'oxygène et la pression partielle d'oxygène, qui est une mesure de sa concentration.



(a) Décrivez pourquoi la courbe augmente rapidement dans l'intervalle d'environ 2 à 6 kPa [2]

.....
.....
.....
.....

(b) (i) Annotez le graphique ci-dessus pour montrer comment la courbe de liaison de l'oxygène avec l'hémoglobine change en présence d'une concentration accrue de dioxyde de carbone. [1]

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 12)

- (ii) Expliquez comment le changement que vous avez dessiné dans la partie (b) (i) influe sur la saturation en oxygène du sang quand il est proche de cellules qui effectuent activement la respiration. [2]

.....

.....

.....

.....

Fin de l'option B



Option C — L'énergie

13. Les plantes convertissent l'énergie solaire en énergie chimique. Il serait donc très commode d'utiliser des produits végétaux, comme les huiles végétales, directement comme carburants pour les moteurs à combustion interne.

(a) La lumière visible provenant du Soleil est absorbée par la chlorophylle. La structure de la chlorophylle est donnée à la section 35 du Recueil de données. Identifiez la caractéristique des liaisons qui permet à la chlorophylle d'absorber la lumière dans la région visible du spectre. [1]

.....

.....

(b) (i) Identifiez le principal problème lié à l'utilisation des huiles végétales directement comme carburant dans un moteur à combustion interne conventionnel. [1]

.....

.....

(ii) La transestérification de l'huile permet de surmonter ce problème. Exprimez les réactifs requis pour ce processus. [1]

.....

.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Option C, suite de la question 13)

- (c) Les produits végétaux peuvent également être convertis en éthanol qui peut être mélangé avec des alcanes, comme l'octane, pour produire un carburant. Le tableau ci-dessous donne certaines propriétés de ces composés.

Composé	Masse molaire / g mol^{-1}	Masse volumique / g dm^{-3}	$\Delta H_c / \text{kJ mol}^{-1}$	Équation de la combustion
Éthanol	46,08	789	-1367	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
Octane	114,26	703	-5470	$\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 12\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- (i) La densité énergétique de l'éthanol est de $23\,400 \text{ kJ dm}^{-3}$. À l'aide des données du tableau ci-dessus, déterminez la densité énergétique de l'octane. [1]

.....

.....

- (ii) À l'aide de ces résultats, résumez pourquoi l'octane est le meilleur carburant pour les véhicules. [1]

.....

.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Option C, suite de la question 13)

- (iii) À l'aide des données du tableau de la page 26, démontrez que l'éthanol et l'octane génèrent des empreintes carbone similaires. [1]

.....
.....
.....
.....

- (iv) Résumez pourquoi, même s'ils ont des empreintes carbone similaires, l'utilisation de l'éthanol a moins d'impact sur les niveaux de dioxyde de carbone atmosphérique. [1]

.....
.....
.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Suite de l'option C)

14. L'énergie nucléaire est une source d'énergie qui n'implique pas les combustibles fossiles. La technologie nucléaire actuelle dépend des réactions de fission.

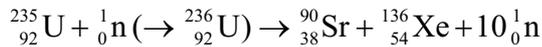
(a) La technologie nucléaire commerciale s'est développée très rapidement entre 1940 et 1970. Résumez pourquoi cela s'est produit. [1]

.....

.....

.....

(b) L'équation d'une réaction de fission nucléaire typique est :



Les masses des particules impliquées dans cette réaction de fission sont présentées ci dessous.

Masse du neutron	=	1,00867 u
Masse du noyau de U-235	=	234,99333 u
Masse du noyau de Xe-136	=	135,90722 u
Masse du noyau de Sr-90	=	89,90774 u

À l'aide de ces données et des informations fournies aux sections 1 et 2 du Recueil de données, déterminez l'énergie libérée lorsqu'un noyau d'uranium subit la fission. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Option C, suite de la question 14)

- (c) La demi-vie du strontium-90 est de 28,8 années. À l'aide des informations fournies à la section 1 du Recueil de données, calculez le nombre d'années nécessaires pour que la radioactivité tombe à 10% de sa valeur initiale. [2]

.....

.....

.....

.....

- (d) Les combustibles nucléaires nécessitent l'enrichissement de l'uranium naturel. Expliquez comment ce processus est réalisé, y compris le principe physique sous-jacent. [3]

.....

.....

.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Suite de l'option C)

15. La production d'énergie présente de nombreuses menaces pour l'environnement. Un problème qui a causé beaucoup de controverse au cours des dernières années est l'émission de gaz à effet de serre, considérée par la plupart des scientifiques comme une cause importante du réchauffement de la planète.

(a) Expliquez les changements moléculaires qui doivent se produire pour qu'une molécule absorbe la lumière infrarouge. [2]

.....
.....
.....
.....
.....

(b) (i) Le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau sont les gaz à effet de serre les plus abondants. Identifiez **un** autre gaz à effet de serre et une source naturelle de ce composé. [1]

Gaz à effet de serre :
.....
.....

Source naturelle :
.....
.....

(ii) Même si la vapeur d'eau est le gaz à effet de serre le plus puissant, l'impact du dioxyde de carbone est plus préoccupant. Suggérez pourquoi il en est ainsi. [1]

.....
.....
.....

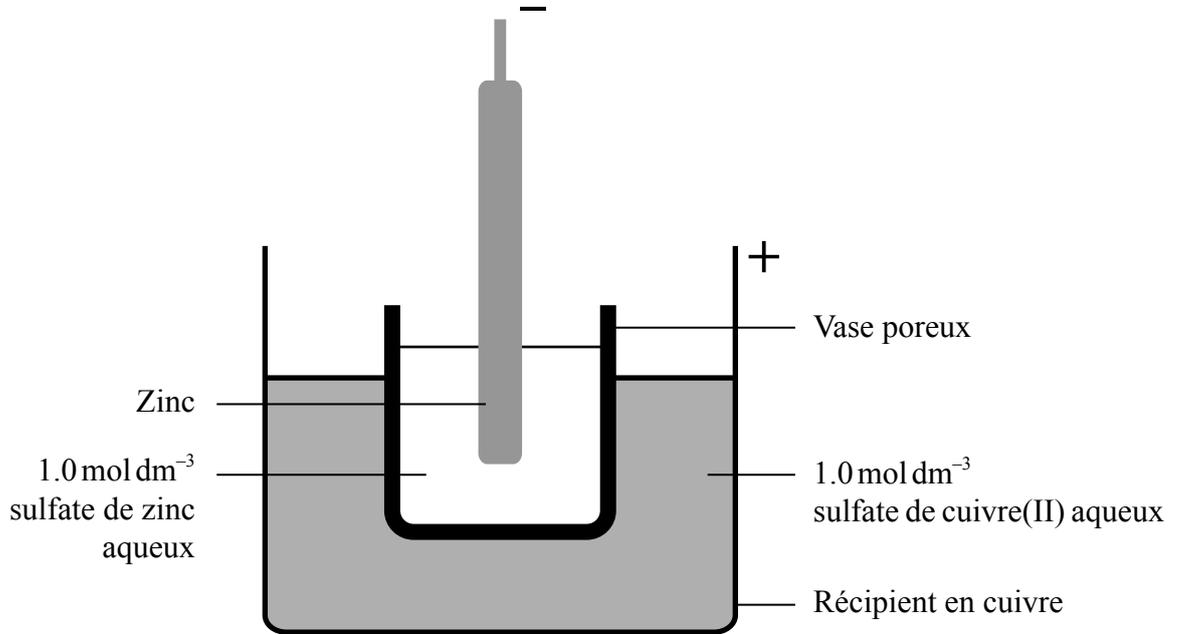
(L'option C continue sur la page suivante)



(Suite de l'option C)

16. L'alimentation en électricité des endroits éloignés, ou des appareils portatifs, est très importante.

(a) La pile Daniell, illustrée ci-dessous, a été un des premiers dispositifs utilisés à cette fin.



Le vase poreux permet le mouvement des ions entre les deux solutions, tout en empêchant qu'elles se mélangent physiquement. Le potentiel standard de la pile, E_{pile}^{\ominus} , est de 1,10 V.

(i) Si les électrodes de cuivre et de zinc sont connectées au moyen d'un bon conducteur électrique, identifiez le processus qui limite initialement le courant. [1]

.....

.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Option C, suite de la question 16)

- (ii) Résumez, en donnant une justification, quelle solution devrait avoir sa concentration augmentée afin d'élever le potentiel de la pile. [1]

.....
.....
.....

- (iii) Dans un endroit éloigné, le sulfate de cuivre(II) était en quantité insuffisante de sorte que la concentration de sa solution a dû être diminuée à $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$. Calculez le potentiel de la pile résultant, en vous servant des informations fournies dans les sections 1 et 2 du Recueil de données. [2]

.....
.....
.....

- (iv) Suggérez un autre effet que cette diminution de la concentration de la solution de sulfate de cuivre(II) aura sur la pile comme source d'énergie électrique. [1]

.....
.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Option C, suite de la question 16)

- (b) Une solution moderne à l'alimentation en énergie des endroits éloignés est la cellule solaire sensibilisée par colorant (CSSC). Une CSSC de Grätzel contient une molécule de colorant organique à la surface d'un semi-conducteur de dioxyde de titane, TiO_2 , qui est en contact avec un électrolyte contenant des ions iodure, I^- .

Expliquez son fonctionnement, y compris l'importance de la nanotechnologie dans sa construction et son avantage sur les cellules photovoltaïques au silicium.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fin de l'option C



44EP33

Tournez la page

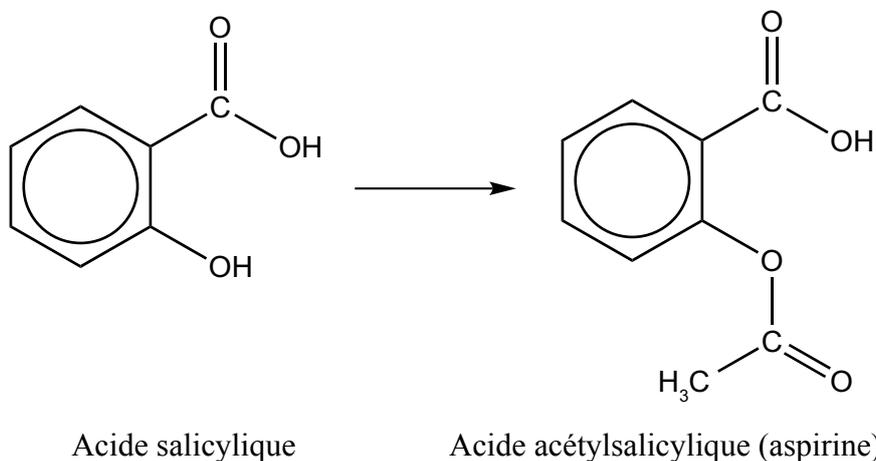
Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



Option D — La chimie médicinale

17. Pendant des siècles, l'acide salicylique a été utilisé pour soulager la douleur et réduire la fièvre, même s'il peut être irritant pour l'estomac. Dans les années 1800, on a découvert que sa conversion en acide acétylsalicylique réduisait l'irritation de l'estomac tout en lui conservant son efficacité.



- (a) Identifiez le type de réaction utilisé pour convertir l'acide salicylique en acide acétylsalicylique. [1]

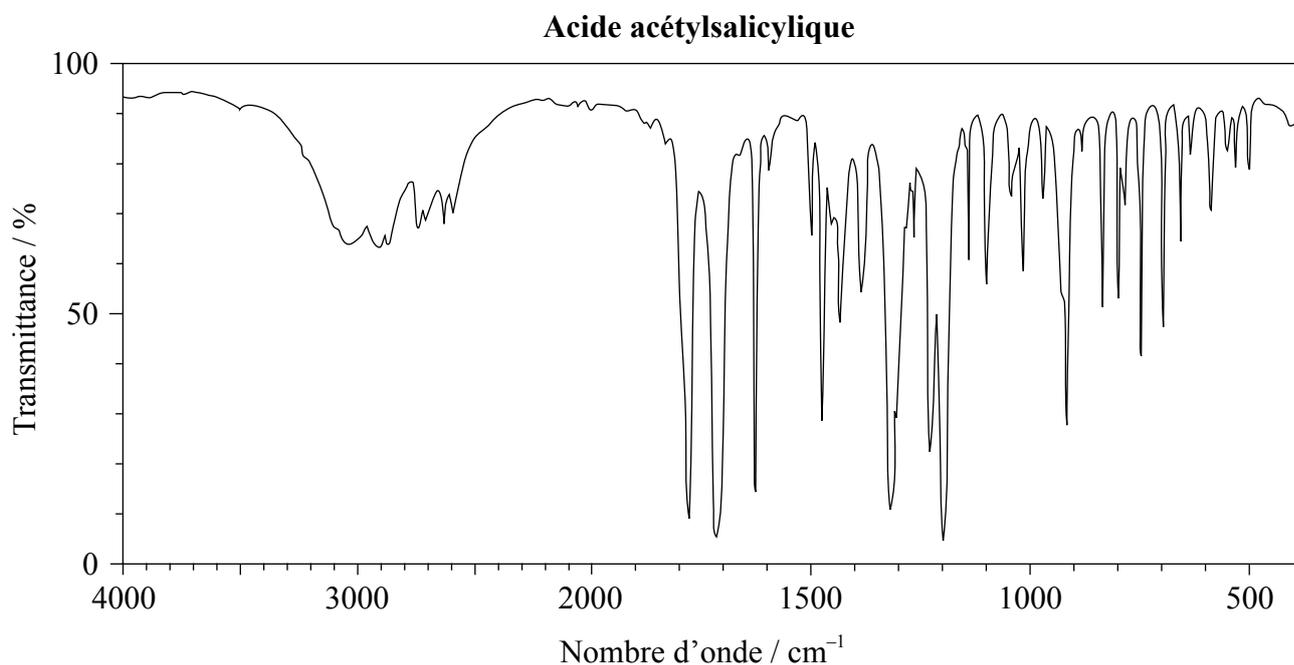
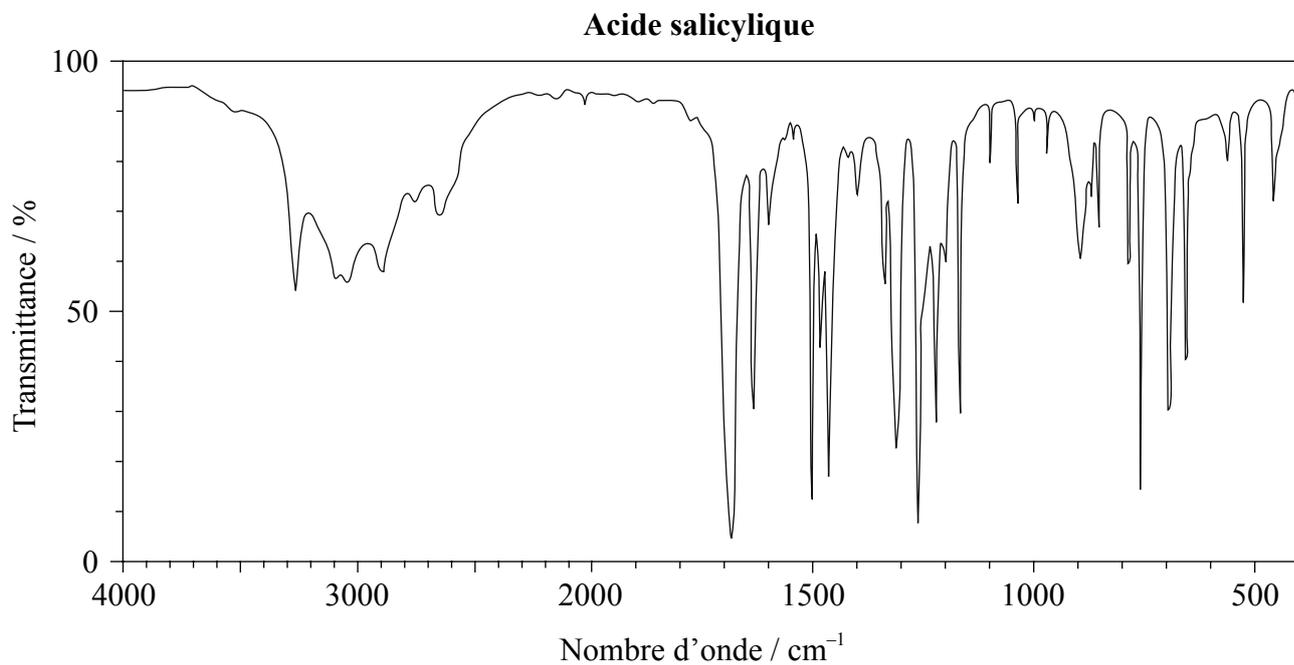
.....

(L'option D continue sur la page suivante)



(Option D, suite de la question 17)

- (b) Les spectres infrarouges (IR) de l'acide salicylique et de l'acide acétylsalicylique sont illustrés ci-dessous.



[Source: SDBS web: www.sdb.srioddb.aist.go.jp (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2014)]

(L'option D continue sur la page suivante)



44EP36

(Option D, suite de la question 17)

À l'aide des informations fournies à la section 26 du Recueil de données, comparez et opposez les deux spectres sur le plan des liaisons présentes.

[3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(c) Une version modifiée de l'aspirine est parfois fabriquée en la faisant réagir avec une base forte, comme l'hydroxyde de sodium. Expliquez pourquoi ce procédé peut accroître la biodisponibilité du médicament.

[3]

.....
.....
.....
.....

(L'option D continue sur la page suivante)



(Suite de l'option D)

18. Les progrès récents dans la recherche sur les virus responsables de la grippe ont conduit à la production de deux médicaments antiviraux, l'oseltamivir (Tamiflu[®]) et le zanamivir (Relenza[®]).

(a) Résumez pourquoi les virus sont généralement plus difficiles à cibler avec des médicaments que les bactéries. [1]

.....
.....
.....

(b) En vous référant à leurs structures moléculaires données à la section 37 du Recueil de données, exprimez les formules de **trois** groupements fonctionnels qui sont présents à la fois dans l'oseltamivir et le zanamivir et les formules de **deux** groupements fonctionnels présents uniquement dans le zanamivir. [3]

Présents dans les deux :

.....
.....
.....

Présents uniquement dans le zanamivir :

.....
.....

(c) Commentez la façon dont l'utilisation généralisée de ces médicaments peut conduire à la propagation de virus résistants aux médicaments. [2]

.....
.....
.....
.....

(L'option D continue sur la page suivante)



(Suite de l'option D)

19. Les antiacides aident à neutraliser l'excès d'acide chlorhydrique produit par l'estomac. Le pouvoir de neutralisation d'un antiacide peut être défini comme la quantité, en moles d'acide chlorhydrique, qui peut être neutralisée par gramme d'antiacide.

(a) Formulez une équation pour montrer l'action de l'hydroxyde de magnésium, un antiacide. [1]

.....
.....

(b) Un comprimé d'un antiacide ayant une masse de 0,200 g a été ajouté à 25,00 cm³ d'acide chlorhydrique 0,125 mol dm⁻³. Une fois la réaction terminée, l'excès d'acide a nécessité 5,00 cm³ d'hydroxyde de sodium 0,200 mol dm⁻³ pour être neutralisé. Déterminez le pouvoir de neutralisation du comprimé. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(L'option D continue sur la page suivante)



(Suite de l'option D)

20. La radiothérapie est largement utilisée dans le cadre du traitement de nombreux types de cancer. Elle utilise un rayonnement ionisant pour contrôler ou tuer les cellules cancéreuses.

Un développement prometteur dans ce domaine est la thérapie ciblée par radionucléides, qui utilise des radionucléides émetteurs alpha spécifiquement dirigés vers la cible biologique.

(a) Expliquez **deux** caractéristiques des particules alpha qui leur permettent d'être particulièrement efficaces dans les traitements du cancer. [2]

.....
.....
.....
.....

(b) (i) D'autres formes de la radiothérapie utilisent des radionucléides qui sont des émetteurs de particules bêta. L'yttrium-90, ^{90}Y , est fréquemment utilisé et il subit une désintégration bêta avec une demi-vie de 64 heures.

Formulez l'équation nucléaire de la désintégration de ^{90}Y . [2]

.....
.....

(ii) À l'aide des informations fournies dans la section 1 du Recueil de données, calculez combien il reste d'un échantillon de 65,7 g de ^{90}Y après 264 heures. [2]

.....
.....
.....
.....

(L'option D continue sur la page suivante)



(Suite de l'option D)

21. Le Taxol[®] est un médicament chimiothérapeutique utilisé dans le traitement de plusieurs types de cancer.

(a) Décrivez la source originale et l'impact environnemental de l'obtention du Taxol[®] à partir de cette source. [2]

.....
.....
.....
.....

(b) Résumez une approche moderne de la « chimie verte » pour isoler le Taxol[®], et pourquoi elle est moins nocive pour l'environnement. [2]

.....
.....
.....
.....

(c) La structure du Taxol[®] est fournie à la section 37 du Recueil de données. Cette substance a été décrite comme une « molécule très chirale ». Expliquez le sens de cet énoncé et pourquoi les procédés de synthèse chimique du Taxol[®] sont complexes et cruciaux à contrôler. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Fin de l'option D



Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



44EP42

Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



44EP43

Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



44EP44



BARÈME DE NOTATION

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

CHIMIE

Niveau Supérieur

Épreuve 3

Informations sur la matière : barème de notation de l'épreuve 3 du NS de chimie

Répartition des points

Les candidats doivent répondre à **TOUTES** les questions de la Section A [**15 points**] et à toutes les questions d'**UNE** option dans la Section B [**30 points**]. Total maximum = [**45 points**].

1. Chaque rangée dans le tableau du barème de notation se rapporte à la plus petite sous-partie de la question.
2. La note maximum pour chaque sous-partie d'une question est indiquée dans la colonne « Total ».
3. Chaque point attribué dans la colonne « Réponses » est coché au moyen du signe (✓) à la fin de la réponse.
4. Une sous-partie de question peut avoir plus de points attribués que ne le permet le total. Cela est indiqué par le terme « **max** » écrit après la note dans la colonne « Total ». La rubrique s'y rapportant sera, au besoin, résumée dans la colonne « Notes ».
5. Une autre façon d'exprimer la réponse est indiquée dans la colonne « Réponses » par une barre oblique (/). L'une ou l'autre formulation peut être acceptée.
6. Une autre réponse possible est indiquée dans la colonne « Réponses » par « **OU** » sur la ligne entre les choix. L'une ou l'autre des réponses peut être acceptée.
7. Les mots entre chevrons < > dans la colonne « Réponses » ne sont pas nécessaires pour obtenir les points.
8. Les mots soulignés sont nécessaires pour obtenir les points.
9. L'ordre des réponses possibles ne doit pas nécessairement être comme dans la colonne « Réponses », sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».
10. Si la réponse du candidat a le même « sens » ou peut être interprétée comme ayant une signification, une information et une validité équivalant à celle dans la colonne « Réponses », allouez la note. Si ce point est considéré comme particulièrement pertinent dans une question, l'expression « *ou réponse similaire* » apparaît dans la colonne « Notes ».

11. Rappelez-vous que de nombreux candidats rédigent l'épreuve dans une langue seconde. Une communication efficace est plus importante qu'une exactitude grammaticale.
12. Parfois, une partie de la question peut exiger une réponse nécessaire pour obtenir les réponses subséquentes. Si une erreur est commise dans la première réponse, elle doit être pénalisée. Cependant, si la réponse incorrecte est utilisée correctement dans les réponses subséquentes, il faut alors allouer des points de **suivi**. Lors de la notation, indiquer cela en ajoutant l'expression « *erreur reportée* » (ER) sur la copie. La mention « ER acceptable » apparaîtra dans la colonne « Notes ».
13. Ne pénalisez **pas** les candidats pour des erreurs dans les unités ou les chiffres significatifs, **à moins** que ce soit expressément mentionné dans la colonne « Notes ».
14. Si une question demande spécifiquement le nom d'une substance, n'allouez pas de point pour une formule correcte sauf indication contraire dans la colonne « Notes », de même, si la formule est spécifiquement demandée, sauf indication contraire dans la colonne « Notes », n'allouez pas de point pour un nom correct.
15. Si une question demande une équation d'une réaction, habituellement, une équation équilibrée doit être exprimée avec des symboles, n'allouez pas de point pour une équation en mots ou une équation non équilibrée sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».
16. Ignorez les symboles précisant l'état physique absents ou incorrects sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».

SECTION A

Question			Réponses	Notes	Total
1.	a	i	valeurs relatives <i>OU</i> comparaison avec un standard <i>OU</i> pas une mesure absolue ✓		1
	a	ii	PDO élevé pour les composés à teneur élevée en Cl <i>OU</i> PDO bas pour les composés avec moins de Cl <i>OU</i> PDO nul pour les composés sans Cl ✓		1
	b		corrélation entre durée de vie atmosphérique croissante et PRP croissant ✓ contribution totale au réchauffement de la planète climatique dépend de la durée de la présence dans l'atmosphère <i>OU</i> PRP dépend de l'efficacité en tant que gaz à effet de serre et de la durée de vie atmosphérique ✓	<i>Accepter d'autres réponses basées sur un raisonnement scientifique solide.</i>	2
	c	i	1,1,1,2-tétrafluoroéthane ✓	<i>Accepter sans virgules ou tirets.</i>	1
	c	ii	$M(\text{CH}_2\text{FCF}_3) = (12,01 \times 2) + (1,01 \times 2) + (19,00 \times 4) = 102,04 \text{ g mol}^{-1}$ ✓ $\Delta H(\text{condensation CH}_2\text{FCF}_3) = -[0,217 \text{ kJ g}^{-1}] \times 102,04 \text{ g mol}^{-1} = -22,1 \text{ kJ mol}^{-1}$ ✓	<i>Attribuer [1 max] pour $\Delta H = 22,1 \text{ kJ}$</i>	2
	c	iii	durée de vie atmosphérique de CO ₂ beaucoup plus longue que celle de CH ₂ FCF ₃ <i>OU</i> après 100 ans approx 30 % de CO ₂ encore présent alors que CH ₂ FCF ₃ est éliminé ✓ le CO ₂ des émissions actuelles continuera à affecter les changements climatiques/réchauffement de la planète climatique à long terme ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	2

Question		Réponses	Notes	Total
2.	a	il a oublié de tenir compte de l'eau de cristallisation <i>OU</i> il aurait dû utiliser 24,972 g ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	1
	b	incertitude moins grande sur le volume <i>OU</i> plus précis ✓ tient compte du changement de volume lors de la dissolution <i>OU</i> concentration est celle d'un volume donné de solution et non d'un volume de solvant ✓		2
	c	filtrer <i>OU</i> centrifuger ✓ rincer (le solide) avec de l'eau ✓ chauffer dans un four <i>OU</i> rincer avec propanone/éthanol/solvant organique volatile et laisser évaporer ✓	<i>Attribuer [2] pour les 3 propositions et, [1] pour 2 propositions (au choix).</i>	2
	d	prendre une masse connue du solide et la laisser réagir avec le glucose <i>OU</i> ne pas préparer de solution étalon ✓	<i>Ou réponse similaire. Accepter toute autre réponse valable basée sur un raisonnement scientifique solide.</i>	1

SECTION B

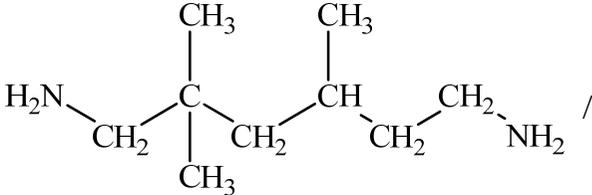
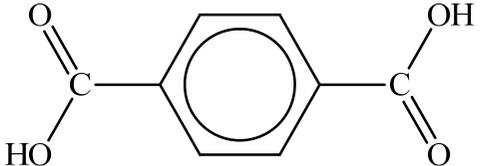
Option A — Les matériaux

Question		Réponses	Notes	Total
3.	a	rigide <i>OU</i> molécule en forme de bâtonnet/longue et étroite ✓		1
	b	i	mélange de composés contenant du carbone et d'un diluant inerte en phase gazeuse/vapeur ✓ passage sur un catalyseur métallique chauffé ✓	2
	b	ii	(très) grande surface ✓	1

4.	a		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Composé</th> <th>Oxyde de magnésium</th> <th>Oxyde de cobalt(II)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Différence d'électronégativité</td> <td>2,1</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Électronégativité moyenne</td> <td>2,35</td> <td>2,65</td> </tr> </tbody> </table>	Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)	Différence d'électronégativité	2,1	1,5	Électronégativité moyenne	2,35	2,65	Attribuer [1] pour chaque ligne ou colonne correcte.	2
		Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)										
		Différence d'électronégativité	2,1	1,5										
Électronégativité moyenne	2,35	2,65												
	✓													
	✓													
	b		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Composé</th> <th>Oxyde de magnésium</th> <th>Oxyde de cobalt(II)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Type de liaison</td> <td>Ionique</td> <td>Covalente polaire</td> </tr> <tr> <td>% de caractère covalent</td> <td>30 – 35</td> <td>53 – 58</td> </tr> </tbody> </table>	Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)	Type de liaison	Ionique	Covalente polaire	% de caractère covalent	30 – 35	53 – 58	Attribuer [1] pour chaque ligne ou colonne correcte.	2
		Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)										
		Type de liaison	Ionique	Covalente polaire										
% de caractère covalent	30 – 35	53 – 58												
	✓													
	✓													

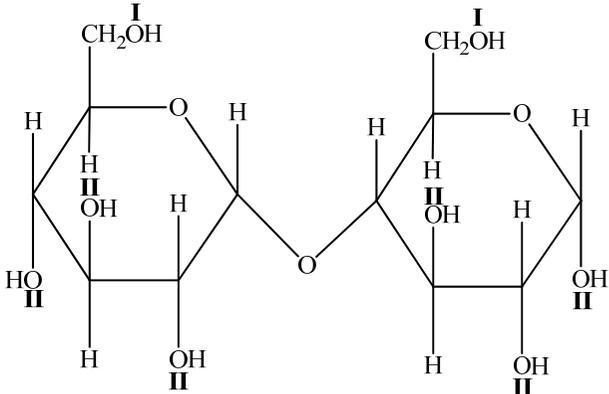
Question			Réponses	Notes	Total
5.	a	i	la masse du solide est trop petite pour être pesée avec précision ✓ dilution successive de la solution OU dilution d'une solution concentrée ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	2
	a	ii	627 kcps et se situe à l'intérieur de la région calibrée OU 627 kcps et 12 kcps se situe à l'extérieur de la région calibrée ✓	<i>Accepter d'autres suggestions correctes, par exemple « Des valeurs faibles comme 12 kcps auraient une incertitude très élevée ».</i>	1
	b		$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$ ✓ $[\text{Mg}^{2+}] = \frac{1}{4} \times 1,20 \times 10^{-11}$ ✓ $[\text{Mg}^{2+}] = 3,00 \times 10^{-12} \text{ mol dm}^{-3}$ ✓		3

Question		Réponses	Notes	Total
6.	a	<p>codes d'identification des résines ✓ assurent l'uniformité pour le recyclage ✓</p> <p>OU</p> <p>addition/condensation ✓ classification selon les types semblables de réaction ✓</p> <p>OU</p> <p>flexible ✓ oriente vers des usages appropriés ✓</p> <p>OU</p> <p>fragile ✓ oriente vers des usages appropriés ✓</p>	<p><i>Ou réponse similaire.</i></p> <p><i>Accepter « prédire les monomères possibles ». Ou réponse similaire.</i></p> <p><i>Attribuer [2] pour toute autre classification scientifique, appuyée par une raison scientifique pertinente.</i></p>	2
	b	<p>assouplit le polymère ✓</p> <p>sépare les chaînes de polymères</p> <p>OU</p> <p>réduit les forces intermoléculaires ✓</p>		2
	c	<p>tous les réactifs sont transformés en produits utiles</p> <p>OU</p> <p>économie d'atomes de 100 %</p> <p>OU</p> <p>il n'y a pas de déchets chimiques ✓</p>		1
	d	<p>chlorure d'hydrogène/HCl</p> <p>OU</p> <p>dioxine ✓</p>		1

Question	Réponses	Notes	Total
e	<p>polyamide OU condensation ✓</p>  <p style="text-align: center;">/</p> <p>$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$</p> <p>et</p>  <p style="text-align: center;">/ $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$</p>	<p><i>Accepter H₂N écrit NH₂.</i></p> <p><i>Accepter le chlorure d'acyle.</i></p>	<p>2</p>

Question		Réponses	Notes	Total
7.	a	cc / cubique centrée ✓ 8 ✓ 2 ✓		3
	b	<p>masse de Nb dans la cellule unitaire = $\langle \frac{2 \times 92,91 \times 10^{-3}}{6,02 \times 10^{23}} \Rightarrow 3,087 \times 10^{-25} \text{ kg} \rangle$ ✓</p> <p>volume de l'unité cellulaire = $\langle (3,14 \times 10^{-10})^3 \Rightarrow 3,096 \times 10^{-29} \text{ m}^3 \rangle$ ✓</p> <p>masse volumique = $\langle \frac{3,087 \times 10^{-25}}{3,096 \times 10^{-29}} \rangle = 9970 \text{ kg m}^{-3} \rangle$ ✓</p>	<i>Attribuer [3] si la réponse finale est correcte.</i>	3
	c	<p>«à basse température» les ions positifs dans le réseau sont attirés par un électron de passage, ce qui déforme légèrement le réseau ✓</p> <p>un deuxième électron de <u>spin opposé</u> est attiré par cette déformation «légèrement chargée positivement» «et un couplage des deux électrons se produit» ✓</p>		2

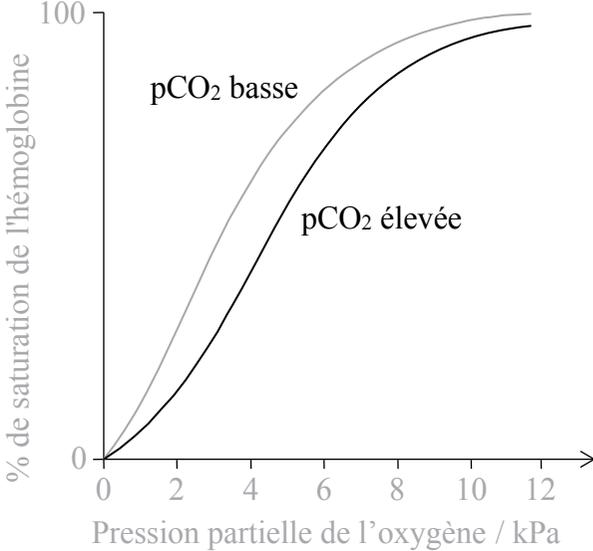
Option B — La biochimie

Question		Réponses	Notes	Total	
8.	a		<p>Accorder le point si I est placé correctement et si II est placé correctement.</p>	1	
	b	i	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O_6$ ✓	1	
	b	ii	catabolisme ✓	<p>Accepter hydrolyse.</p>	1
	c	<p>au point X (pH faible) enzyme/protéine protonée / chargée positivement/cationique (donc incapable de se lier efficacement) ✓</p> <p>au point Y (pH optimal) enzyme a la capacité maximale de se lier au substrat/maltose ✓</p> <p>au point Z (pH élevé) enzyme/protéine déprotonée / chargée négativement/anionique (donc incapable de se lier efficacement) ✓</p>	<p>Attribuer [I max] s'il est fait référence à la dénaturation/au changement de forme du site actif sans explication du point de vue des changements dans l'ionisation.</p>	3	

Question		Réponses	Notes	Total
8.	d	<p> $\langle \text{pH} = \text{p}K_a + \log \left\{ \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \right\}, \text{ acide butanoïque } \text{p}K_a = 4,83 \rangle$ $5,00 - 4,83 = \log \left(\frac{[\text{ion butanoate}]}{0,10} \right)$ OU $10^{0,17} = \frac{[\text{ion butanoate}]}{0,10} = 1,479 \checkmark$ $[\text{ion butanoate}] = 0,1479 \langle \text{mol dm}^{-3} \rangle \checkmark$ si $1,00 \text{ dm}^3$; $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ acide butanoïque $1,00 \text{ dm}^3$ de solution $0,1479 \text{ mol dm}^{-3}$: $0,1479 \text{ mol} \times 110,01 \text{ g mol}^{-1} = 16,27 \text{ g}$ butanoate de sodium \checkmark </p>	<p><i>Accepter d'autres méthodes valables.</i></p>	3

Question		Réponses	Notes	Total	
9.	a	$C_{18}H_{34}O_3$ ✓		1	
	b	i	<p>les deux ont 18 atomes de carbone ✓</p> <p>les deux comportent COOH/groupement acide carboxylique <i>OU</i></p> <p>les deux sont des acides gras ✓</p> <p>l'acide ricinoléique a une liaison double <u>carbone-carbone</u>/C=C/⟨mono⟩insaturée tandis que l'acide stéarique n'a que des liaisons simples C-C/saturées ✓</p> <p>l'acide ricinoléique a un groupement OH/hydroxyle ⟨dans la chaîne⟩ tandis que l'acide stéarique n'en a pas ✓</p>	<p><i>Ne pas accepter simplement acides dans M2</i></p> <p>3 max</p> <p><i>Attribuer [3 max] pour 3 des réponses ci-contre</i></p>	
	b	ii	<p>l'acide ricinoléique est plus susceptible ⟨que l'acide stéarique⟩ de subir un rancissement oxydatif ✓</p> <p>la liaison double <u>carbone-carbone</u>/C=C peut être oxydée ✓</p>	2	
	c		4 ✓	1	
	d	i	<p>⟨le chauffage cause⟩ la dénaturation <i>OU</i></p> <p>⟨le chauffage cause⟩ la perte de la conformation <i>OU</i></p> <p>⟨le chauffage cause⟩ le changement de forme <i>OU</i></p> <p>⟨le chauffage cause⟩ l'incapacité à se lier aux substrats ✓</p>	<p><i>Ne pas accepter inactivée.</i></p> <p>1</p>	
	d	ii	<p>les graines de ricin contiennent des toxines/ricine <i>OU</i></p> <p>ingérer des graines non-traitées peut être fatal ✓</p> <p>normes sanitaire/de sécurité différentes dans différents pays <i>OU</i></p> <p>pays riches exploitent les travailleurs des pays moins développés/plus pauvres ✓</p>	<p><i>Accepter d'autres réponses valables, telles que des considérations économiques.</i></p> <p>2</p>	

Question		Réponses	Notes	Total
10.	a	substance/produit chimique/composé présent dans un organisme dans lequel il est normalement absent OU composé étranger à un organisme vivant ✓	<i>Accepter composé synthétisé artificiellement/d'origine humaine dans l'environnement/la biosphère.</i>	1
	b	non polaires OU lipophiles OU structure basée sur le benzène/hydrocarbure OU interactions hydrophobes OU (non)polarité semblable à celle des graisses ✓		1
	c	liaisons ioniques ✓ liaisons hydrogène ✓ forces de van der Waals ✓ interactions hydrophobes ✓	<i>Attribuer [1 max] si 3 réponses correctes. Accepter d'autres réponses valables autres que la liaison covalente.</i>	1 max
11.	a	les groupements phosphate chargés négativement/anioniques donc répulsion lorsqu'ils sont rapprochés/empilés OU groupements phosphate chargés négativement/hydrophiles associés à un milieu extérieur aqueux/une surface aqueuse ✓ bases azotées hydrophobes/non polaires ne s'associent pas facilement à un milieu extérieur aqueux/une surface aqueuse OU groupements non polaires forment un environnement interne hydrophobe/non polaire ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	2
	b	liaisons hydrogène entre les bases pairées/complémentaires ✓	<i>Accepter liaisons hydrogène entre A-T et C-G.</i>	1

Question		Réponses	Notes	Total
12.	a	<p>la liaison au premier polypeptide provoque un changement conformationnel/de la forme 3D ✓</p> <p>facilite la liaison aux autres polypeptides</p> <p>OU</p> <p>liaison coopérative ✓</p>		2
	b	<p>i</p>  <p>100</p> <p>% de saturation de l'hémoglobine</p> <p>pCO₂ basse</p> <p>pCO₂ élevée</p> <p>0</p> <p>0 2 4 6 8 10 12</p> <p>Pression partielle de l'oxygène / kPa</p> <p>courbe de même forme déplacée à droite du graphique donné ✓</p>		1
	b	<p>ii</p> <p>respiration libère CO₂</p> <p>OU</p> <p>concentration élevée de CO₂ proche des cellules qui effectuent activement la respiration ✓</p> <p>pourcentage de saturation de l'hémoglobine est plus faible à mesure que la concentration de CO₂ augmente</p> <p>OU</p>		2

		<p>affinité plus faible de l'hémoglobine pour l'oxygène/hémoglobine se lie moins à l'oxygène lorsque la concentration de CO₂ est plus élevée</p> <p><i>OU</i></p> <p>oxyhémoglobine se dissocie plus facilement/libère O₂ lorsque la concentration de CO₂ est plus élevée ✓</p>		
--	--	---	--	--

Option C — L'énergie

Question		Réponses	Notes	Total	
13.	a	<p>système <u>étendu</u> de liaisons $\langle \pi \rangle$/électrons délocalisés <i>OU</i> conjugaison <u>étendue</u> ✓</p>		1	
	b	i	viscosité trop élevée ✓	1	
	b	ii	<p>alcool et acide \langle fort \rangle <i>OU</i> alcool et base \langle forte \rangle ✓</p>	1	
	c	i	$\langle \frac{703 \times 5470}{114,26} \Rightarrow 33700 \text{ kJ dm}^{-3} \rangle$ ✓	1	
	c	ii	plus d'énergie à partir d'un volume donné de carburant ✓	<i>Accepter densité énergétique plus grande.</i>	1
	c	iii	<p>éthanol : $\frac{1367}{2} = 683,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ et octane : $\frac{5470}{8} = 683,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ <i>OU</i> masse de CO₂ produite par l'émission de 1000 kJ : $\frac{2 \times 44,01 \times 1000}{1367} = 64,4 \text{ g}$ et octane : $\frac{8 \times 44,01 \times 1000}{1367} = 64,4 \text{ g}$ ✓</p>	<i>Accepter d'autres méthodes qui montrent que la quantité de dioxyde de carbone produite pour la même production d'énergie calorifique est la même pour les deux carburants.</i>	1
	c	iv	<p>l'éthanol est un biocarburant/produit par de la matière végétale <i>OU</i> les plantes en croissance absorbent le dioxyde de carbone ✓</p>	1	

Question		Réponses	Notes	Total
14.	a	l'énergie nucléaire a bénéficié de la course au développement des armes nucléaires ✓	<i>Ou réponse similaire. Accepter d'autres explications valables.</i>	1
	b	$\Delta m = \langle 234,99333 - 135,90722 - 89,907738 - [9 \times 1,00867] \rangle \Rightarrow 0,100342 \langle \text{amu} \rangle \checkmark$ $= \langle 0,100342 \times 1,66 \times 10^{-27} \langle \text{kg} \rangle \Rightarrow 1,67 \times 10^{-28} \langle \text{kg} \rangle \checkmark$ $E = \langle mc^2 = 1,67 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow 1,50 \times 10^{-11} \langle \text{J} \rangle \checkmark$	<i>Attribuer [3] si la réponse finale est correcte.</i>	3
	c	$\lambda = \langle \frac{\ln 2}{t \frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{28,8} \Rightarrow 0,0241 \checkmark$ $t = \langle -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{\ln 0,1}{0,0241} \Rightarrow 95,7 \langle \text{années} \rangle \checkmark$ OU $0,5^n = x$ $n = \langle \frac{\log x}{\log 0,5} = \frac{\log 0,1}{0,301} \Rightarrow 3,32 \checkmark$ temps = $28,3 \times 3,32 = 95,7 \langle \text{années} \rangle \checkmark$	<i>Attribuer [2] si la réponse finale est correcte.</i>	2
	d	conversion en UF ₆ ✓ différents isotopes ont des vitesses de diffusion différentes ✓ les gaz diffusent à des vitesses proportionnelles à $(M_r)^{-1/2}$ ✓ diffusion produite par des ultracentrifugeuses ✓		3 max

Question		Réponses	Notes	Total
15.	a	<p>élongation <i>OU</i> déformation ✓ provoque un changement de la polarité/du moment dipolaire ✓</p>		2
	b	<p>i méthane et décomposition anaérobie de la matière organique <i>OU</i> digestion chez les animaux ✓</p>	<i>Accepter d'autres exemples de gaz à effet de serre avec des sources <u>naturelles</u> correctes.</i>	1
	b	<p>ii les sources principales de vapeur d'eau sont naturelles plutôt qu'anthropiques/liées aux humains <i>OU</i> les niveaux de vapeur d'eau sont demeurés presque constants tandis que ceux de CO₂ ont augmenté de façon importante dans les derniers temps ✓</p>		1

16.	a	i	mouvement/diffusion des ions entre les deux solutions/à travers le vase poreux ✓	1
	a	ii	<p>CuSO₄/sulfate de cuivre(II) et déplace l'équilibre vers le Cu/cuivre <i>OU</i> CuSO₄/ sulfate de cuivre(II) et rend la demi-pile de Cu/cuivre plus positive ✓</p>	1
	a	iii	$E = 1,10 - \left(\frac{298R}{2F} \right) \ln \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = 1,10 - \left(\frac{298 \times 8,31}{2 \times 96500} \right) \ln \frac{1}{0,1} = 1,10 - 0,0295 \quad \checkmark$ <p>$E = 1,07 \text{ (V)} \quad \checkmark$</p>	<p>Attribuer [2] si la réponse finale est correcte.</p> <p>2</p>
	a	iv	<p>énergie s'épuise beaucoup plus rapidement <i>OU</i> ne durerait pas aussi longtemps <i>OU</i> ne pourrait pas produire autant d'électricité ✓</p>	1

Question	Réponses	Notes	Total
<p>b</p>	<p><i>Opération :</i> l'énergie de la lumière excite les molécules de colorant ✓</p> <p>les molécules de colorant (excitées) injectent des électrons dans la couche de TiO₂ <i>OU</i> colorant → colorant⁺ + e⁻ ✓</p> <p>les molécules de colorant oxydées oxydent/convertissent I⁻ en I₃⁻ <i>OU</i> 2 colorant⁺ + 3I⁻ → I₃⁻ + 2colorant <i>OU</i> colorant⁺ + e⁻ → colorant et 3I⁻ → I₃⁻ + 2e⁻ ✓</p> <p>les électrons circulent par le circuit externe et retournent à l'électrode auxiliaire ✓</p> <p>les électrons réduisent/convertissent les ions I₃⁻ en I⁻ (à l'électrode auxiliaire) <i>OU</i> I₃⁻ + 2e⁻ → 3I⁻ ✓</p> <p><i>Avantage:</i> les cellules sensibilisées par colorant peuvent utiliser la lumière d'énergie plus faible/de fréquence plus basse/de longueur d'onde plus longue que les cellules au silicium ✓</p> <p><i>Importance de la nanotechnologie:</i> les nanoparticules fournissent une surface plus grande ✓</p>	<p><i>Attribuer [3 max] pour la partie « Opération » pour trois réponses-types.</i></p>	<p>5 max</p>

Option D — La chimie médicinale

Question		Réponses	Notes	Total
17.	a	<p>estérification <i>OU</i> condensation ✓</p>		1
	b	<p><i>Différence :</i> seul le spectre de l'acide salicylique a un pic <intense large> de 3200–3600 cm⁻¹ pour OH <dans alcool/phénol> ✓</p> <p><i>Similitudes :</i> les deux ont des pics <intenses> de 1050–1410 cm⁻¹ pour C–O <dans alcool/phénol> ✓</p> <p>les deux ont des pics <intenses> de 1700–1750 cm⁻¹ pour C=O <dans l'acide carboxylique> ✓</p> <p>les deux ont des pics <larges> de 2500–3000 cm⁻¹ pour OH <dans l'acide carboxylique> ✓</p> <p>les deux ont des pics de 2850–3090 cm⁻¹ pour C–H ✓</p>	<p><i>Accepter « l'acide acétylsalicylique présente deux pics dans la région 1700–1800 cm⁻¹, en raison de la présence de deux groupements C=O ».</i></p> <p><i>Attribuer [2 max] pour deux similitudes correctes.</i></p>	3 max
	c	<p>la réaction avec NaOH produit un sel <ionique> <i>OU</i> $C_6H_4(OH)(COOH) + NaOH \rightarrow C_6H_4(OH)(COONa) + H_2O$ ✓</p> <p>augmente la solubilité <aqueuse> <pour le transport/absorption> ✓</p> <p>une proportion plus élevée du médicament/dosage plus élevé atteint la région cible/cellules cibles ✓</p>		3

Question		Réponses	Notes	Total
18.	a	absence de structure cellulaire <i>OU</i> existe dans une cellule hôte <i>OU</i> mutation facile et fréquente ✓		1
	b	<i>Présents dans les deux :</i> NH ₂ ✓ CONH ✓ C=C ✓ COC ✓ <i>Présents dans le zanamivir uniquement :</i> COOH and OH ✓	<i>En ce qui concerne les groupements fonctionnels communs, attribuer [2 max] pour trois réponses correctes, [1 max] pour deux réponses correctes, [0] pour une réponse correcte.</i> <i>Accepter C=N</i>	3 max
	c	l'exposition des virus au médicament favorise les souches résistantes ✓ les souches résistantes sont difficiles à traiter <i>OU</i> les médicaments doivent être utilisés seulement lorsqu'ils sont nécessaires <pas à des fins prophylactiques> ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	2

Question		Réponses	Notes	Total
19.	a	$\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \checkmark$		1
	b	$n(\text{HCl} \text{ ajouté}) = \langle 0,02500 \times 0,125 \Rightarrow 0,00313 \text{ \langle mol \rangle} \checkmark$ $n(\text{HCl} \text{ non réagi avec le comprimé})$ $= n(\text{NaOH}) = 0,00500 \times 0,200 = 0,00100 \text{ \langle mol HCl en excès \rangle}$ $n(\text{HCl} \text{ réagi avec l'antiacide}) = \langle 0,00313 - 0,00100 \Rightarrow 0,00213 \text{ \langle mol \rangle} \checkmark$ pouvoir de neutralisation $\langle \text{mol g}^{-1} \rangle = \langle \frac{0,00213}{0,200} \Rightarrow 0,011 \text{ \langle mol HCl neutralisé par g antiacide \rangle} \checkmark$		3

20.	a	densité ionisante très élevée et par conséquent une probabilité élevée de tuer les cellules le long de leur tracé \checkmark courte portée et par conséquent réduit les irradiations indésirables des tissus normaux qui entourent les cellules cancéreuses ciblées \checkmark	<i>Ou réponse similaire.</i>	2	
	b	i	${}_{39}^{90}\text{Y} \rightarrow {}_{40}^{90}\text{Zr} + {}_{-1}^0\text{e}/{}_{-1}^0\beta \checkmark\checkmark$	Attribuer [1] si les nombres de masse et les nombres de protons sont correctement équilibrés. Attribuer [1] pour l'identification de Zr.	2
	b	ii	$N_t = (65,7)(0,5)^{264/64} \checkmark$ $N_t = 3,77 \text{ \langle g \rangle} \checkmark$ OU nombre de demi-vies $(n) = \frac{264}{64} = 4,125 \checkmark$ proportion qui reste $= (0,5)^n = 0,0573$ donc $m = 3,77 \text{ g} \checkmark$		2

Question		Réponses	Notes	Total
21.	a	<p>obtenu à partir de l'écorce de l'if <du Pacifique> ✓ la récolte de l'écorce tue l'arbre <i>OU</i> les arbres/habitat deviennent menacés ✓</p>		2
	b	<p>obtenu à partir des aiguilles de l'if <du Pacifique> <i>OU</i> obtenu de champignons <i>OU</i> d'un procédé de fermentation ✓</p> <p>empêche la production de déchets/sous-produits dangereux <i>OU</i> (fermentation) empêche l'utilisation de solvants/réactifs <i>OU</i> les ressources utilisées sont renouvelables ✓</p>		2
21.	c	<p>nombreux/11 carbones chiraux ✓</p> <p>grand nombre d'énantiomères/stéréoisomères existent ✓</p> <p>des énantiomères différents ont des effets différents sur l'organisme humain <i>OU</i> certains énantiomères peuvent être physiologiquement nocifs ✓</p> <p>les voies de synthèse font intervenir des auxiliaires chiraux pour contrôler l'énantiomère produit ✓</p> <p>rendements faibles des processus à plusieurs étapes ✓</p>		3 max



CHIMIE
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 1

SPÉCIMEN D'ÉPREUVES

45 minutes

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 *[30 points]*.

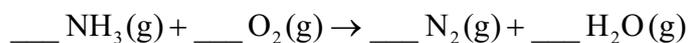
Le tableau de la classification périodique des éléments

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																
1	1 H 1,01	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Numéro atomique Éléments Masse atomique relative </div>																	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 18,99	10 Ne 20,18	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	
3	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 83,80																
4	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																
5	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 f La 138,91	58 f Ce 140,91	59 f Pr 140,91	60 f Nd 144,24	61 f Pm (147)	62 f Sm 150,36	63 f Eu 151,96	64 f Gd 157,25	65 f Tb 158,93	66 f Dy 162,50	67 f Ho 164,93	68 f Er 167,26	69 f Tm 168,93	70 f Yb 173,05	71 f Lu 174,97	72 f Hf 178,49	73 f Ta 180,95	74 f W 183,84	75 f Re 186,21	76 f Os 190,23	77 f Ir 192,22	78 f Pt 195,08	79 f Au 196,97	80 f Hg 199,59	81 f Tl 204,38	82 f Pb 207,2	83 f Bi 208,98	84 f Po 209	85 f At 210	86 f Rn 222		
6	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 f Ac (227)	90 f Th (232)	91 f Pa (231)	92 f U 238,03	93 f Np (237)	94 f Pu (244)	95 f Am (243)	96 f Cm (247)	97 f Bk (247)	98 f Cf (251)	99 f Es (252)	100 f Fm (257)	101 f Md (258)	102 f No (259)	103 f Lr (260)	104 f Rf (261)	105 f Db (262)	106 f Sg (266)	107 f Bh (264)	108 f Hs (277)	109 f Mt (268)	110 f Ds (271)	111 f Rg (281)	112 f Cn (285)	113 f Nh (286)	114 f Fl (289)	115 f Lv (293)	116 f Uub (294)	117 f Uuq (294)	118 f Uup (294)	119 f Uuq (294)	120 f Uub (294)
7	119 Fr (223)	120 Ra (226)	121 f Ac (227)	122 f Th (232)	123 f Pa (231)	124 f U 238,03	125 f Np (237)	126 f Pu (244)	127 f Am (243)	128 f Cm (247)	129 f Bk (247)	130 f Cf (251)	131 f Es (252)	132 f Fm (257)	133 f Md (258)	134 f No (259)	135 f Lr (260)	136 f Rf (261)	137 f Db (262)	138 f Sg (266)	139 f Bh (264)	140 f Hs (268)	141 f Mt (268)	142 f Ds (271)	143 f Rg (281)	144 f Cn (285)	145 f Nh (286)	146 f Fl (289)	147 f Lv (293)	148 f Uub (294)	149 f Uuq (294)	150 f Uup (294)	151 f Uuq (294)	152 f Uub (294)

1. Quel est le nombre total d'atomes dans 0,50 mol de 1,4-diaminobenzène, $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{NH}_2$?
(Constante d'Avogadro (L ou N_A) = $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.)

- A. $16,0 \times 10^{23}$
- B. $48,0 \times 10^{23}$
- C. $96,0 \times 10^{23}$
- D. $192,0 \times 10^{23}$

2. Quelle est la somme des coefficients lorsque l'équation de la combustion de l'ammoniac est correctement pondérée en utilisant les nombres entiers les plus petits possible ?



- A. 6
- B. 12
- C. 14
- D. 15

3. Quels changements d'état sont des processus endothermiques ?

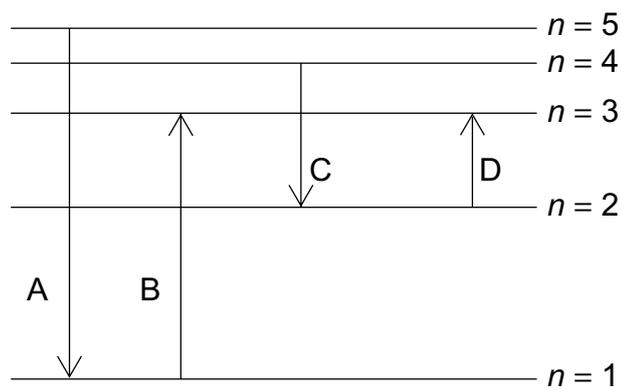
- I. Condensation
 - II. Fusion
 - III. Sublimation
- A. I et II uniquement
 - B. I et III uniquement
 - C. II et III uniquement
 - D. I, II et III

4. 5,00 g de carbonate de calcium, lorsqu'ils ont été chauffés, ont produit 2,40 g d'oxyde de calcium. Quelle est l'expression correcte du pourcentage de rendement de l'oxyde de calcium ? ($M_r(\text{CaCO}_3) = 100$; $M_r(\text{CaO}) = 56$.)



- A. $\frac{56 \times 5,00 \times 100}{2,40}$
- B. $\frac{2,40 \times 100 \times 100}{56 \times 5,00}$
- C. $\frac{56 \times 5,00 \times 100}{2,40 \times 100}$
- D. $\frac{2,40 \times 100}{56 \times 5,00}$

5. Quelle transition électronique absorberait le rayonnement ayant la longueur d'onde la plus courte ?



6. Quels sont les nombres de protons, de neutrons et d'électrons dans l'ion ${}^{238}_{92}\text{X}^{2+}$?

	Protons	Neutrons	Électrons
A.	146	92	144
B.	92	146	90
C.	92	146	94
D.	92	238	90

7. Quel élément se trouve dans le bloc f du tableau périodique ?
- A. Be
 - B. Ce
 - C. Ge
 - D. Re
8. Quelle propriété augmente en descendant au sein du groupe 1 du tableau périodique ?
- A. Le point de fusion
 - B. L'énergie de première ionisation
 - C. Le rayon atomique
 - D. L'électronégativité
9. Quelle est la meilleure description de la liaison ionique ?
- A. Une attraction électrostatique entre des ions de charges opposées
 - B. Une attraction électrostatique entre des ions positifs et des électrons
 - C. Une attraction électrostatique des noyaux pour les électrons partagés dans la liaison entre les noyaux
 - D. Une attraction électrostatique entre les noyaux
10. Quelle molécule possède des liaisons ayant le caractère covalent le plus fort ?
- A. SrCl_2
 - B. SiCl_4
 - C. SnCl_2
 - D. Sn

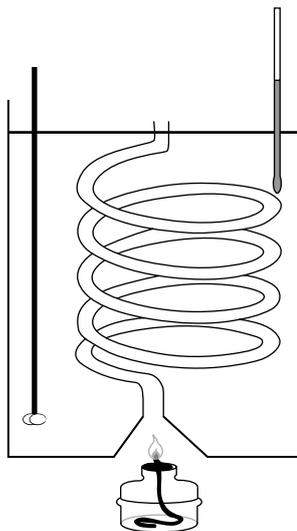
11. Quelle liaison est la **moins** polaire ?

- A. C=O dans CO_2
- B. C–H dans CH_4
- C. C–Cl dans CCl_4
- D. N–H dans CH_3NH_2

12. Quelle substance possède un point de fusion élevé et ne conduit pas l'électricité dans aucun état ?

- A. PbBr_2
- B. Fe
- C. NaCl
- D. SiO_2

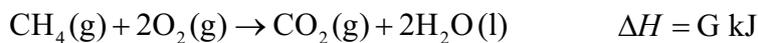
13. Lorsque 0,46 g d'éthanol est brûlé sous un calorimètre rempli d'eau, la température de 500 g d'eau s'élève de 3,0 K. (Masse molaire de l'éthanol = 46 g mol^{-1} ; capacité calorifique massique de l'eau = $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $q = mc\Delta T$.)



Quelle est l'expression de l'enthalpie de combustion, ΔH_c , en kJ mol^{-1} ?

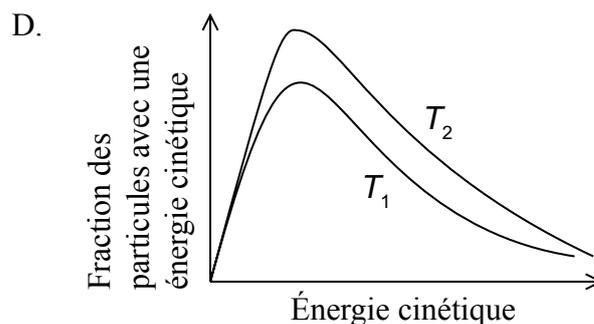
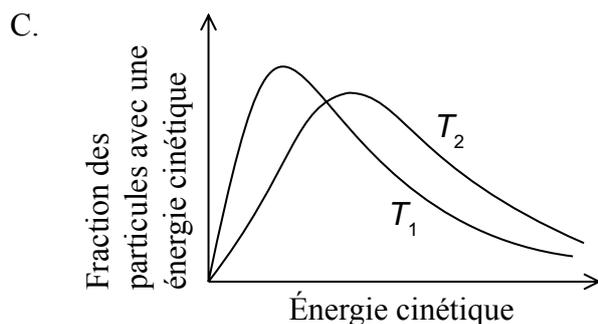
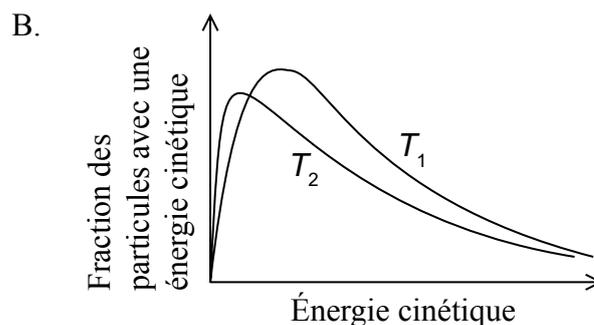
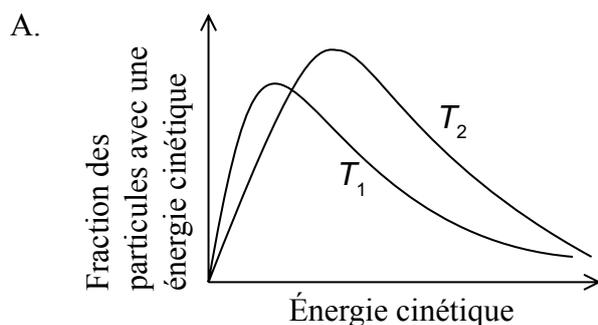
- A. $-\frac{500 \times 4,18 \times 3,0 \times 46}{0,46}$
- B. $-\frac{500 \times 4,18 \times (273 + 3,0) \times 46}{0,46 \times 1000}$
- C. $-\frac{500 \times 4,18 \times 3,0 \times 46}{0,46 \times 1000}$
- D. $-\frac{0,46 \times 1000}{500 \times 4,18 \times 3,0 \times 46}$
14. Quelle réaction représente l'enthalpie de liaison moyenne de la liaison C-H ?
- A. $\frac{1}{4} \text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{4} \text{C}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g})$
- B. $\frac{1}{4} \text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{4} \text{CH}_2(\text{g}) + \frac{1}{4} \text{H}_2(\text{g})$
- C. $\frac{1}{4} \text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{4} \text{C}(\text{g}) + \text{H}(\text{g})$
- D. $\frac{1}{4} \text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{4} \text{C}(\text{s}) + \text{H}(\text{g})$

15. D'après les informations suivantes, quelle est l'enthalpie standard de formation, ΔH^\ominus_f , du méthane ?



- A. $E + F + G$
- B. $E + F - G$
- C. $E + 2F + G$
- D. $E + 2F - G$

16. Quel graphique présente la distribution de l'énergie de Maxwell-Boltzmann d'une même quantité de gaz, à deux températures, où T_2 est plus élevée que T_1 ?



17. Quelles modifications augmentent la vitesse de cette réaction, les autres conditions demeurant constantes ?



- I. Utiliser de plus gros morceaux de carbonate de calcium
- II. Augmenter la température du mélange réactionnel
- III. Augmenter la concentration de l'acide chlorhydrique

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

18. Quelles conditions donnent le rendement à l'équilibre le plus élevé de méthanal, $\text{H}_2\text{CO}(\text{g})$?



	Pression	Température
A.	haute	basse
B.	haute	élevée
C.	basse	élevée
D.	basse	basse

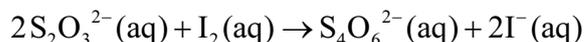
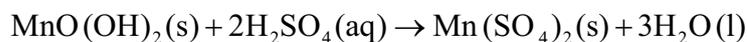
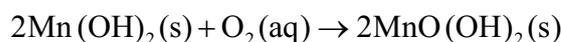
19. Laquelle des substances suivantes n'est **pas** amphotère ?

- A. H_2O
- B. HPO_4^{2-}
- C. H_2PO_4^-
- D. H_3O^+

20. Quel composé réagit avec l'acide chlorhydrique dilué, $\text{HCl}(\text{aq})$, pour libérer un gaz ?

- A. $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s})$
- B. $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$
- C. $\text{CuCO}_3(\text{s})$
- D. $\text{CuO}(\text{s})$

21. Les équations ci-dessous représentent les réactions mises en jeu dans la méthode de Winkler pour la détermination de la concentration de l'oxygène dissous dans l'eau :



Quelle est la quantité, en mol, d'ions thiosulfate, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$, nécessaire pour réagir avec l'iode, $\text{I}_2(\text{aq})$, formé par 1,00 mol d'oxygène dissous ?

- A. 2,00
- B. 3,00
- C. 4,00
- D. 6,00

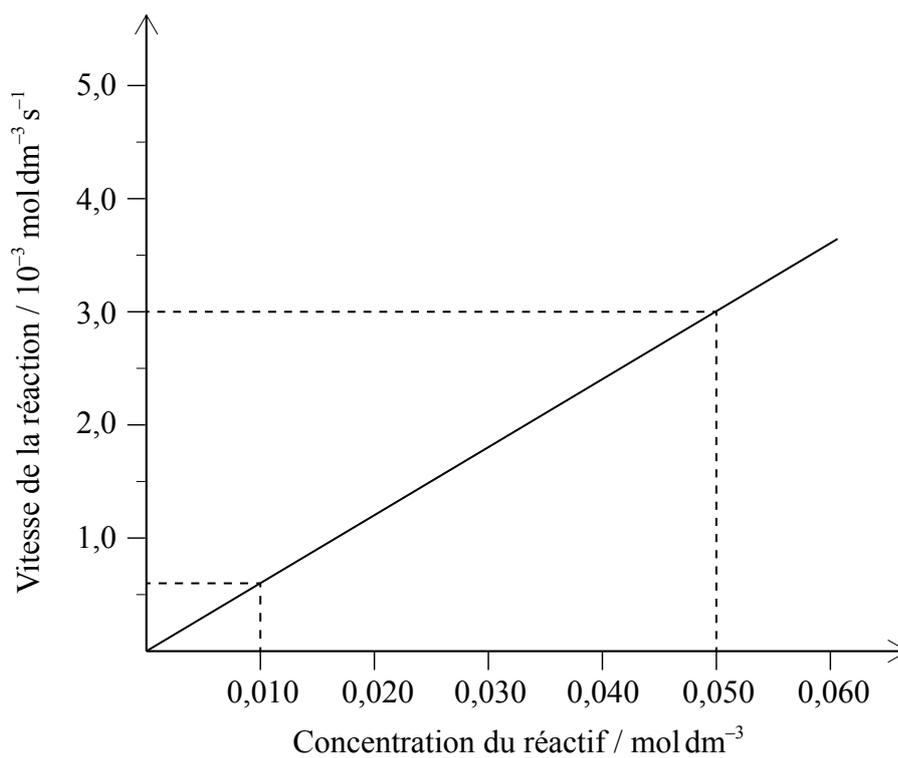
22. Quels sont les produits de l'électrolyse du chlorure de sodium fondu ?

	Cathode	Anode
A.	hydrogène	chlore
B.	sodium	chlorure
C.	sodium	chlore
D.	chlore	sodium

23. Quelle structure correspond au propanoate de propyle ?
- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OOCCH}_2\text{CH}_3$
 - B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
 - C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$
 - D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
24. Quelle proposition correspond à des membres consécutifs d'une série homologue ?
- A. CH_4 , CH_3Cl , CH_2Cl_2
 - B. HCOOH , CH_3COOH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$
 - C. C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6
 - D. HCOOH , HCHO , CH_3OH
25. Quel composé pourrait former un polymère d'addition ?
- A. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CHCHCH}_2\text{NH}_2$
 - B. $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{CO}_2\text{H}$
 - C. $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$
 - D. $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$
26. Un composé décolore l'eau de brome dans l'obscurité. Quelle proposition est correcte ?
- A. Il contient $\text{C}=\text{C}$ et c'est un alcène.
 - B. Il contient $\text{C}-\text{C}$ et c'est un alcène.
 - C. Il contient $\text{C}=\text{C}$ et c'est un alcane.
 - D. Il contient $\text{C}-\text{C}$ et c'est un alcane.

27. Comment minimiser une erreur systématique ?
- A. En prenant la lecture de nombreuses fois
 - B. En répétant l'expérience de nombreuses fois
 - C. Un utilisant un appareil de mesure plus précis
 - D. En évaluant et en modifiant la méthode

28. Quelle combinaison dans le tableau indique correctement la valeur et les unités de la pente (gradient) ?

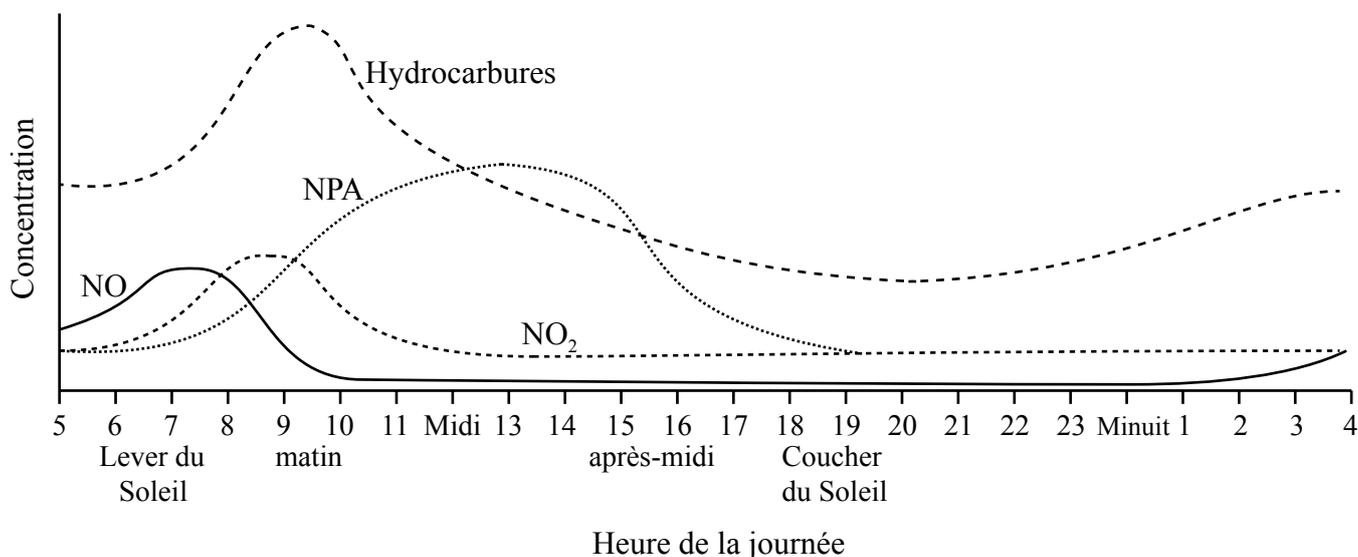


	Valeur	Unités
A.	$\frac{3,0 \times 10^{-3} - 0,6 \times 10^{-3}}{0,050 - 0,010}$	s^{-1}
B.	$\frac{3,0 \times 10^{-3} - 0,6 \times 10^{-3}}{0,050 - 0,010}$	s
C.	$\frac{0,050 - 0,010}{3,0 \times 10^{-3} - 0,6 \times 10^{-3}}$	s^{-1}
D.	$\frac{0,050 - 0,010}{3,0 \times 10^{-3} - 0,6 \times 10^{-3}}$	s

29. Quelle partie du spectre électromagnétique est utilisée par la spectroscopie de RMN¹H ?

- A. Les rayons γ
- B. Les rayons X
- C. Les micro-ondes
- D. Les ondes radio

30. Le graphique présente la concentration de certains polluants dans une ville sur une période de 24 heures.



Laquelle des propositions ne peut **pas** être déduite à partir du graphique ?

- A. Les hydrocarbures sont moins nocifs pour la santé que les NPA.
 - B. L'heure de pointe du matin provoque une augmentation des hydrocarbures.
 - C. La concentration de NPA augmente avec l'augmentation de l'intensité du Soleil.
 - D. La production de NO₂ suit la production de NO.
-



BARÈME DE NOTATION

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

CHIMIE

Niveau Moyen

Épreuve 1

1.	<u>B</u>	16.	<u>C</u>	31.	<u>-</u>	46.	<u>-</u>
2.	<u>D</u>	17.	<u>C</u>	32.	<u>-</u>	47.	<u>-</u>
3.	<u>C</u>	18.	<u>A</u>	33.	<u>-</u>	48.	<u>-</u>
4.	<u>B</u>	19.	<u>D</u>	34.	<u>-</u>	49.	<u>-</u>
5.	<u>B</u>	20.	<u>C</u>	35.	<u>-</u>	50.	<u>-</u>
6.	<u>B</u>	21.	<u>C</u>	36.	<u>-</u>	51.	<u>-</u>
7.	<u>B</u>	22.	<u>C</u>	37.	<u>-</u>	52.	<u>-</u>
8.	<u>C</u>	23.	<u>A</u>	38.	<u>-</u>	53.	<u>-</u>
9.	<u>A</u>	24.	<u>B</u>	39.	<u>-</u>	54.	<u>-</u>
10.	<u>B</u>	25.	<u>A</u>	40.	<u>-</u>	55.	<u>-</u>
11.	<u>B</u>	26.	<u>A</u>	41.	<u>-</u>	56.	<u>-</u>
12.	<u>D</u>	27.	<u>D</u>	42.	<u>-</u>	57.	<u>-</u>
13.	<u>C</u>	28.	<u>A</u>	43.	<u>-</u>	58.	<u>-</u>
14.	<u>C</u>	29.	<u>D</u>	44.	<u>-</u>	59.	<u>-</u>
15.	<u>D</u>	30.	<u>A</u>	45.	<u>-</u>	60.	<u>-</u>

**CHIMIE**
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 2

Numéro de session du candidat

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

Code de l'examen

1 heure 15 minutes

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.
- Une calculatrice est nécessaire pour cette épreuve.
- Un exemplaire non annoté du *Recueil de données de Chimie* est nécessaire pour cette épreuve.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est [50 points].



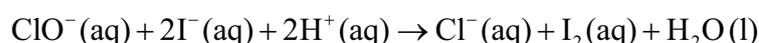
Répondez à **toutes** les questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

1. Deux élèves du BI ont réalisé un projet sur la chimie de l'eau de Javel.

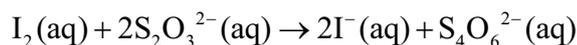
- (a) L'eau de Javel contenait une solution d'hypochlorite de sodium, $\text{NaClO}(\text{aq})$. Les élèves ont déterminé expérimentalement la concentration des ions hypochlorite, ClO^- , dans l'eau de Javel :

Procédure expérimentale :

- La solution d'eau de Javel a d'abord été diluée en ajoutant $25,00 \text{ cm}^3$ de la solution dans une fiole jaugée de 250 cm^3 . La solution a été complétée au trait de jauge avec de l'eau désionisée.
- $25,00 \text{ cm}^3$ de cette solution a ensuite réagi avec de l'iodure en excès, en milieu acide.



- L'iode formé a été titré à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$, en utilisant l'amidon comme indicateur.



Les données suivantes ont été recueillies pour le titrage :

	Premier titrage	Deuxième titrage	Troisième titrage
Lecture finale de la burette de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ (en $\text{cm}^3 \pm 0,05$)	23,95	46,00	22,15
Lecture initiale de la burette de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ (en $\text{cm}^3 \pm 0,05$)	0,00	23,95	0,00

- (i) Calculez le volume, en cm^3 , de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ nécessaire pour réagir avec l'iode afin d'atteindre le point de virage. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

(ii) Calculez la quantité, en mol, de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ qui réagit avec l'iode. [1]

.....
.....

(iii) Calculez la concentration, en mol dm^{-3} , d'ions hypochlorite dans la solution **diluée** d'eau de Javel. [1]

.....
.....
.....

(iv) Calculez la concentration, en mol dm^{-3} , d'ions hypochlorite dans la solution **non diluée** d'eau de Javel. [1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

(b) Certains éléments du groupe 17, les halogènes, présentent une valence variable.

(i) Déduisez les états d'oxydation du chlore et de l'iode dans les espèces suivantes. [1]

NaClO :

.....

I₂ :

.....

(ii) Déduisez, en donnant une justification, l'agent oxydant dans la réaction des ions hypochlorite avec les ions iodure dans la partie (a). [1]

.....

.....

.....

(iii) Du point de vue de la santé et de la sécurité, suggérez une raison pour laquelle ce n'est pas une bonne idée d'utiliser l'acide chlorhydrique pour acidifier l'eau de Javel. [1]

.....

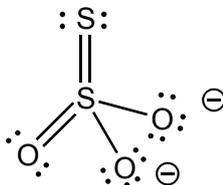
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (iv) L'ion thiosulfate, $S_2O_3^{2-}$, est un exemple intéressant des états d'oxydation. Les atomes de soufre peuvent être considérés comme ayant un état d'oxydation de +6 sur un atome et de -2 sur l'autre atome. Discutez cet énoncé sur la base de votre compréhension de l'état d'oxydation. [2]



Structure de Lewis (électrons représentés par des points) du thiosulfate

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (c) Les différentes modifications apportées aux définitions de l'oxydation et de la réduction démontrent comment les scientifiques élargissent souvent des similitudes pour en faire des principes généraux.

La combustion est également une réaction de type redox.

En faisant référence à la réaction de combustion du méthane, explorez **deux** définitions différentes de l'oxydation, en choisissant une qui est valide et une qui peut être considérée comme non valide.



Valide :

.....

.....

.....

Non valide :

.....

.....

.....

- (d) (i) Exprimez la configuration électronique **abrégée** du soufre. [1]

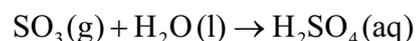
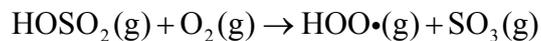
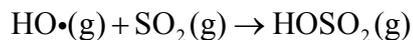
.....

- (ii) Déduisez le diagramme des orbitales du soufre, en montrant toutes les orbitales présentes. [1]



2. L'acide sulfurique, H_2SO_4 , est un des principaux constituants des dépôts acides. Cet acide est formé à partir d'un polluant, le dioxyde de soufre, SO_2 .

Voici un mécanisme proposé pour sa formation :



- (a) (i) Exprimez ce que représente le symbole (\cdot) dans les espèces illustrées dans le mécanisme. [1]

.....

.....

- (ii) Dessinez une structure de Lewis valide (électrons représentés par des points) de chaque molécule ci-dessous. [2]

Molécule	Structure de Lewis (électrons représentés par des points)
SO_2	
H_2O	

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

- (iii) Déduisez le nom de la géométrie du domaine électronique et de la géométrie moléculaire de chaque molécule. [2]

	Géométrie du domaine électronique	Géométrie moléculaire
SO ₂
H ₂ O

- (iv) Déduisez les angles de liaison dans SO₂ et H₂O. [1]

<p>SO₂ :</p> <p>.....</p> <p>H₂O :</p> <p>.....</p>

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

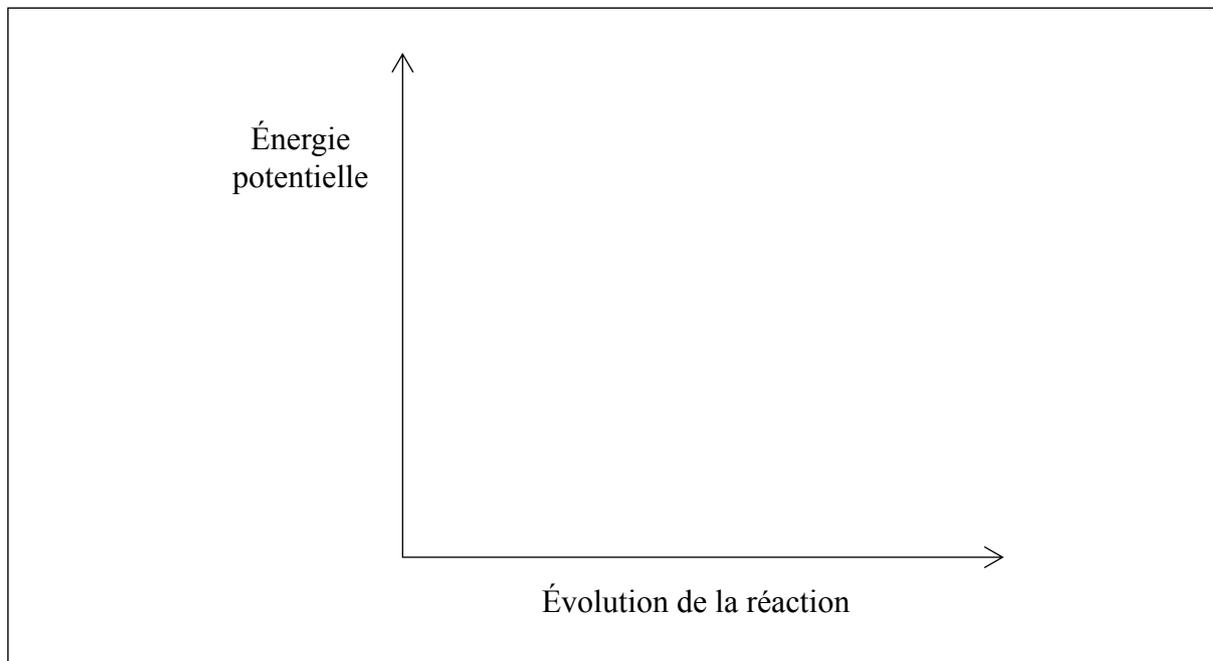
- (v) On considère l'équilibre suivant entre deux oxydes de soufre, le dioxyde de soufre et le trioxyde de soufre :



Prédisez, en donnant une justification, dans quel sens la position de l'équilibre se déplacera pour chacune des modifications énumérées ci-dessous. [3]

Modification	Déplacement	Justification
Augmentation de la température
Augmentation de la pression
Addition d'un catalyseur au mélange

- (vi) Représentez le profil d'énergie potentielle de la réaction directe dans la partie (v) pour montrer l'effet d'un catalyseur sur l'énergie d'activation, E_a . [2]



(Suite de la question à la page suivante)

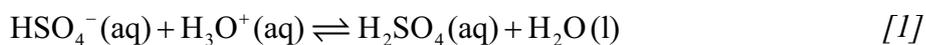


(Suite de la question 2)

- (vii) L'acide sulfurique, H_2SO_4 , peut être décrit comme un acide de Brønsted–Lowry. Exprimez ce que vous comprenez de cette description. [1]

.....

- (viii) L'anion hydrogènesulfate, HSO_4^- , est amphotère (amphiprotique), et peut donc agir comme un acide ou une base. Dans la réaction de HSO_4^- avec le cation hydronium, H_3O^+ , identifiez les deux espèces qui agissent comme des bases.



.....

- (ix) D'autres composés présents dans les pluies acides sont formés à partir du dioxyde d'azote, NO_2 . Formulez une équation pour la réaction du dioxyde d'azote avec l'eau. [1]

.....

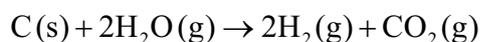


3. De nombreux constructeurs automobiles développent des véhicules qui utilisent l'hydrogène comme carburant.

(a) Suggérez pourquoi de tels véhicules sont considérés comme moins nocifs pour l'environnement que ceux qui possèdent des moteurs à combustion interne. [1]

.....
.....

(b) L'hydrogène peut être produit par la réaction du coke (carbone) avec la vapeur d'eau :



En utilisant les informations de la section 12 du Recueil de données, calculez la variation d'enthalpie, ΔH , en kJ mol^{-1} , de cette réaction. [2]

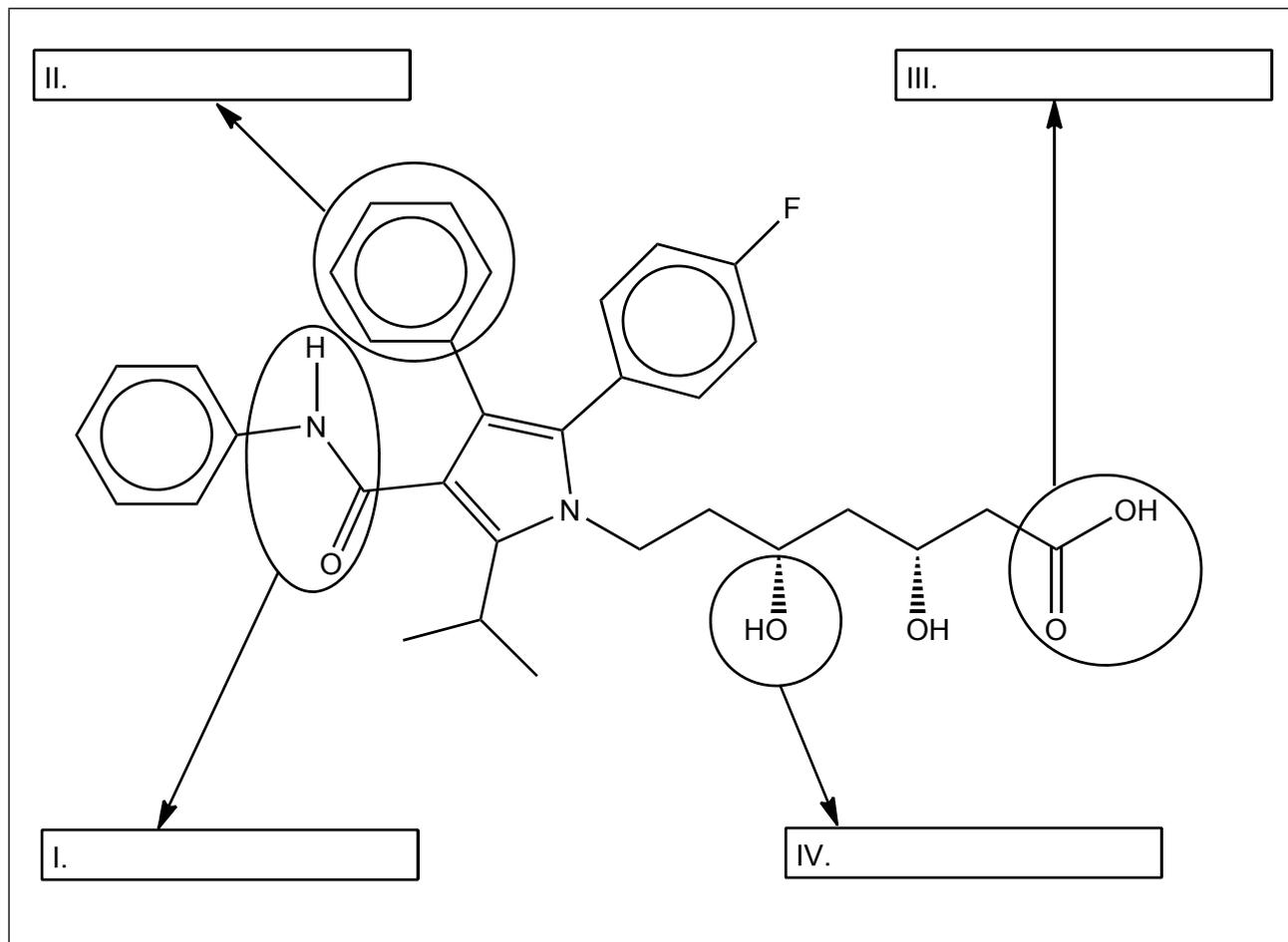
.....
.....
.....
.....



4. L'industrie biopharmaceutique apporte aujourd'hui une contribution importante à l'économie mondiale.

(a) L'atorvastatine, un médicament utilisé pour réduire le taux de cholestérol, a récemment retenu l'attention des médias internationaux.

L'atorvastatine possède la structure suivante.



Identifiez les **quatre** groupements fonctionnels, I, II, III et IV.

[2]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (b) Le bute, un analgésique utilisé pour soigner les chevaux, a récemment suscité l'inquiétude générale, parce que des tests analytiques ont démontré que cette substance est entrée dans la chaîne alimentaire par le biais de viande de cheval étiquetée comme étant du boeuf. Le médicament est soupçonné d'être cancérigène.
- (i) L'analyse d'un échantillon de bute, effectuée dans un laboratoire de sécurité alimentaire, a fourni les compositions élémentaires suivantes, exprimées en pourcentages par masse :

Élément	Pourcentage
C	73,99
H	6,55
N	9,09
O	Le reste

Calculez la formule empirique du bute, en explicitant votre développement.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) La masse molaire, M , du bute est de $308,37 \text{ g mol}^{-1}$. Calculez la formule moléculaire. [1]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

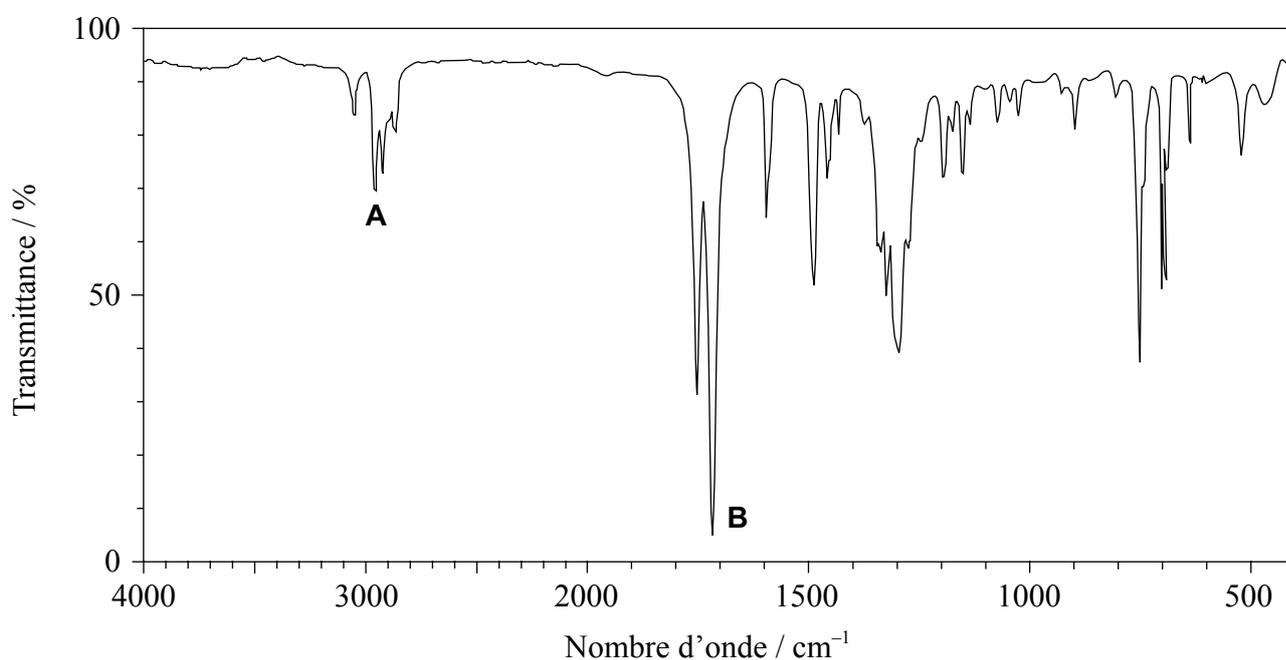


(Suite de la question 4)

(iii) Déduisez le degré d'insaturation (indice de déficit en hydrogène – IDH) du bute. [1]

.....
.....
.....

(iv) Le spectre infrarouge (IR) du bute est illustré ci-dessous.



[Source: SDBS web: www.sdb.sriodb.aist.go.jp (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2014)]

En utilisant les informations de la section 26 du Recueil de données, identifiez les liaisons qui correspondent à **A** et **B**. [1]

A :

B :

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (v) En vous basant sur l'analyse du spectre infrarouge, prédisez, avec une explication, une liaison contenant de l'oxygène et une liaison contenant de l'azote qui ne peuvent **pas** être présentes dans la structure. [2]

Liaison contenant de l'oxygène non présente dans la structure :

.....

Liaison contenant de l'azote non présente dans la structure :

.....

Explication :

.....

.....

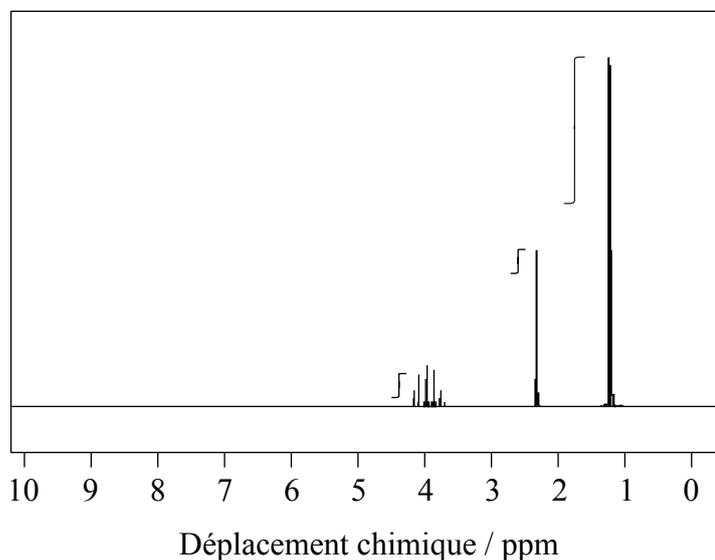
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (c) Un alcool, **X**, de formule moléculaire C_3H_8O , utilisé comme désinfectant dans les hôpitaux, a le spectre de RMN 1H suivant.



[Source: SDBS web: www.sdb.srioddb.aist.go.jp (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2014)]

Les valeurs de déplacement chimique des trois pics dans le spectre de 1H NMR de **X** sont centrées à $\delta = 4,0$; $2,3$ et $1,2$ ppm.

- (i) À partir de la courbe d'intégration, estimez le rapport des atomes d'hydrogène se trouvant dans des environnements chimiques différents. [1]

.....

.....

- (ii) Déduisez la formule de structure complète de **X**. [1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (iii) **Y** est un isomère de **X** contenant un groupement fonctionnel différent. Exprimez la formule de structure condensée de **Y**. [1]

.....
.....

- (iv) Comparez et opposez les spectres de masse prévus de **X** et de **Y** en utilisant la section 28 du Recueil de données. [2]

Une similitude :

.....
.....
.....

Une différence :

.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

- (v) **X** et **Y** sont tous deux solubles dans l'eau. Déduisez si **X** et **Y** forment, ou non, des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau, en représentant les liaisons hydrogène au moyen d'un schéma. [2]

.....
.....

- (vi) **X** réagit avec une solution acidifiée de dichromate de potassium pour former **Q** et avec l'acide éthanoïque pour former **W**. Déduisez la formule de structure condensée de **Q** et de **W**. [2]

Q :
.....
W :
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 4)

(vii) Appliquez les règles de l'UICPA pour exprimer le nom du composé **Q**. [1]

.....



Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



20EP20



BARÈME DE NOTATION

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

CHIMIE

Niveau Moyen

Épreuve 2

Informations sur la matière : barème de notation de l'épreuve 2 du NM de chimie

Répartition des points

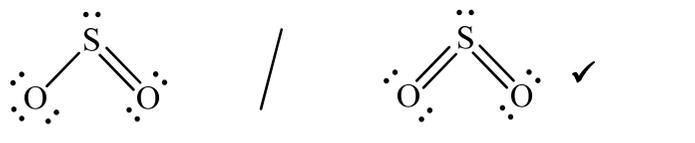
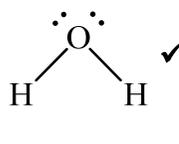
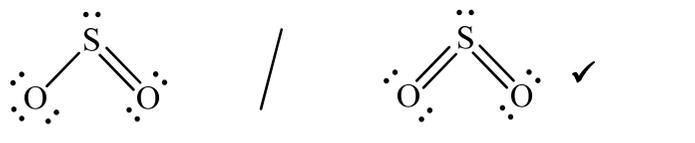
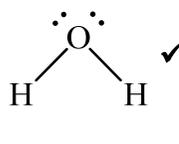
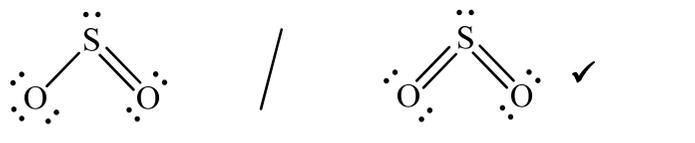
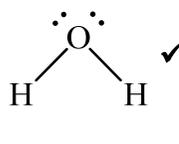
Les candidats doivent répondre à **TOUTES** les questions. Total maximum = **[50 points]**.

1. Chaque rangée dans le tableau du barème de notation se rapporte à la plus petite sous-partie de la question.
2. La note maximum pour chaque sous-partie d'une question est indiquée dans la colonne « Total ».
3. Chaque point attribué dans la colonne « Réponses » est coché au moyen du signe (✓) à la fin de la réponse.
4. Une sous-partie de question peut avoir plus de points attribués que ne le permet le total. Cela est indiqué par le terme « **max** » écrit après la note dans la colonne « Total ». La rubrique s'y rapportant sera, au besoin, résumée dans la colonne « Notes ».
5. Une autre façon d'exprimer la réponse est indiquée dans la colonne « Réponses » par une barre oblique (/). L'une ou l'autre formulation peut être acceptée.
6. Une autre réponse possible est indiquée dans la colonne « Réponses » par « **OU** » sur la ligne entre les choix. L'une ou l'autre des réponses peut être acceptée.
7. Les mots entre chevrons < > dans la colonne « Réponses » ne sont pas nécessaires pour obtenir les points.
8. Les mots soulignés sont nécessaires pour obtenir les points.
9. L'ordre des réponses possibles ne doit pas nécessairement être comme dans la colonne « Réponses », sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».
10. Si la réponse du candidat a le même « sens » ou peut être interprétée comme ayant une signification, une information et une validité équivalant à celle dans la colonne « Réponses », allouez la note. Si ce point est considéré comme particulièrement pertinent dans une question, l'expression « *ou réponse similaire* » apparaît dans la colonne « Notes ».
11. Rappelez-vous que de nombreux candidats rédigent l'épreuve dans une langue seconde. Une communication efficace est plus importante qu'une exactitude grammaticale.

12. Parfois, une partie de la question peut exiger une réponse nécessaire pour obtenir les réponses subséquentes. Si une erreur est commise dans la première réponse, elle doit être pénalisée. Cependant, si la réponse incorrecte est utilisée correctement dans les réponses subséquentes, il faut alors allouer des points de **suivi**. Lors de la notation, indiquer cela en ajoutant l'expression « *erreur reportée* » (ER) sur la copie. La mention « ER acceptable » apparaîtra dans la colonne « Notes ».
13. Ne pénalisez **pas** les candidats pour des erreurs dans les unités ou les chiffres significatifs, **à moins** que ce soit expressément mentionné dans la colonne « Notes ».
14. Si une question demande spécifiquement le nom d'une substance, n'allouez pas de point pour une formule correcte sauf indication contraire dans la colonne « Notes », de même, si la formule est spécifiquement demandée, sauf indication contraire dans la colonne « Notes », n'allouez pas de point pour un nom correct.
15. Si une question demande une équation d'une réaction, habituellement, une équation équilibrée doit être exprimée avec des symboles, n'allouez pas de point pour une équation en mots ou une équation non équilibrée sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».
16. Ignorez les symboles précisant l'état physique absents ou incorrects sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».

Question			Réponses	Notes	Total
1.	a	i	$\langle (22,05 + 22,15)(0,5) \Rightarrow 22,10 \text{ cm}^3 \rangle \checkmark$		1
	a	ii	$\left\langle \frac{22,10 \times 0,100}{1000} \right\rangle = 2,21 \times 10^{-3} / 0,00221 \text{ mol} \checkmark$		1
	a	iii	$\left\langle \frac{0,5 \times 2,21 \times 10^{-3} \times 1000}{25,00} \right\rangle = 4,42 \times 10^{-2} / 0,0442 \text{ mol dm}^{-3} \checkmark$		1
	a	iv	$\langle 4,42 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow 4,42 \times 10^{-1} / 0,442 \text{ mol dm}^{-3} \rangle \checkmark$		1
	b	i	$\text{NaClO} : +1$ <pour le chlore> et $\text{I}_2 : 0$ <pour l'iode> \checkmark		1
	b	ii	ClO ⁻ étant donné que le chlore est réduit/gagne des électrons <i>OU</i> ClO ⁻ étant donné que l'état d'oxydation du chlore change de +1 à -1/diminue <i>OU</i> ClO ⁻ étant donné qu'il perd de l'oxygène / cause l'oxydation de l'iodure \checkmark		1
	b	iii	produit du chlore <gaz>/Cl ₂ <par réaction avec ClO ⁻ > qui est toxique \checkmark	<i>Ou réponse similaire.</i>	1
	b	iv	les états d'oxydation ne sont pas réels <i>OU</i> les états d'oxydation ne sont utilisés qu'à des fins de comptabilité des électrons \checkmark l'état d'oxydation moyen calculé du soufre est +2 \checkmark mais les deux atomes de soufre sont liés différemment/dans des environnements différents dans le thiosulfate, donc ils ont des états d'oxydation différents \checkmark	<i>Ou réponse similaire.</i>	2 max

Question		Réponses	Notes	Total												
	c	<p><i>Valide :</i> une addition d'oxygène signifie une réaction d'oxydation donc C est oxydé OU une perte d'hydrogène signifie une réaction d'oxydation donc C est oxydé OU l'état d'oxydation de C change de -4 à +4/augmente ✓</p> <p><i>Non valide :</i> une perte d'électrons peut donner à penser qu'il y a formation d'un produit ionique, mais ce n'est pas valide, puisque CO₂ est un composé covalent OU une perte d'électrons peut donner à penser qu'il y a formation d'un produit ionique, mais ce n'est pas valide, puisque la réaction ne met en jeu que des molécules neutres ✓</p>	<i>Ou réponse similaire.</i>	2												
	d i	[Ne]3s ² 3p ⁴ ✓	<i>Les électrons doivent être écrits en exposant.</i>	1												
	d ii	<table style="display: inline-table; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1↓ 1↓ 1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">1↓ 1 1</td> <td style="padding-left: 10px;">✓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1s²</td> <td style="text-align: center;">2s²</td> <td style="text-align: center;">2p⁶</td> <td style="text-align: center;">3s²</td> <td style="text-align: center;">3p⁴</td> <td></td> </tr> </table>	1↓	1↓	1↓ 1↓ 1↓	1↓	1↓ 1 1	✓	1s ²	2s ²	2p ⁶	3s ²	3p ⁴			1
1↓	1↓	1↓ 1↓ 1↓	1↓	1↓ 1 1	✓											
1s ²	2s ²	2p ⁶	3s ²	3p ⁴												

Question			Réponses	Notes	Total									
2.	a	i	un radical / électron non apparié ✓		1									
	a	ii	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Molécule</th> <th>Structure de Lewis (électrons représentés par des points)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SO₂</td> <td>  </td> </tr> <tr> <td>H₂O</td> <td>  </td> </tr> </tbody> </table>	Molécule	Structure de Lewis (électrons représentés par des points)	SO ₂		H ₂ O		<p><i>Des lignes, des x ou des points peuvent être utilisés pour représenter les paires d'électrons.</i></p>	2			
Molécule	Structure de Lewis (électrons représentés par des points)													
SO ₂														
H ₂ O														
	a	iii	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Géométrie du domaine électronique</th> <th>Géométrie moléculaire</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SO₂</td> <td>trigonale/triangulaire plane</td> <td>Pliée / en V / angulaire ✓</td> </tr> <tr> <td>H₂O</td> <td>tétraédrique</td> <td>Pliée / en V / angulaire ✓</td> </tr> </tbody> </table>		Géométrie du domaine électronique	Géométrie moléculaire	SO ₂	trigonale/triangulaire plane	Pliée / en V / angulaire ✓	H ₂ O	tétraédrique	Pliée / en V / angulaire ✓	<p><i>Attribuer [1 max] soit si les deux géométries du domaine électronique sont correctes OU si les deux géométries moléculaires sont correctes.</i></p> <p><i>Accepter « coudée ».</i></p>	2
	Géométrie du domaine électronique	Géométrie moléculaire												
SO ₂	trigonale/triangulaire plane	Pliée / en V / angulaire ✓												
H ₂ O	tétraédrique	Pliée / en V / angulaire ✓												
	a	iv	<p><i>SO₂ : Accepter tout angle plus grand que 115° mais inférieur à 120°.</i></p> <p>et</p> <p><i>H₂O : 104,5° ✓</i></p>	<p><i>La valeur expérimentale est de 119°.</i></p>	1									

Question			Réponses			Notes	Total
2	a	v	Modification	Déplacement	Justification		3
			Augmentation de la température	Gauche	puisque réaction <directe> exothermique/ $\Delta H < 0$ ✓		
			Augmentation de la pression	Droite	puisque moins de molécules <gazeuse> à droite ✓		
			Addition d'un catalyseur au mélange	Aucun changement	puisque'il influe également sur la vitesse de la réaction directe et inverse ✓		
	a	vi	<p>Énergie potentielle</p> <p>Réactifs</p> <p>Produits</p> <p>Évolution de la réaction</p> <p>Énergie d'activation sans catalyseur</p> <p>Énergie d'activation avec catalyseur</p> <p>positions correctes des réactifs et des produits ✓ profil correct avec des légendes qui montrent l'énergie d'activation avec et sans catalyseur ✓</p>			2	
	a	vii	donneur de proton/ H^+ ✓			1	
	a	viii	$HSO_4^-(aq)$ et $H_2O(l)$ ✓			1	
	a	ix	$2NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HNO_3(aq) + HNO_2(aq)$ ✓			<i>Ignorer les symboles précisant l'état physique.</i>	1

Question		Réponses	Notes	Total
3.	a	seulement de l'eau/H ₂ O est produite <donc non polluant> ✓		1
	b	$\Delta H = [(-393,5)] - [(2)(-241,8)]$ ✓ +90,1 <kJ> ✓	Attribuer [2] si la réponse finale est correcte.	2
4.	a	I : amide / carboxamide ✓ II : phényle ✓ III : carboxyle / carboxy ✓ IV : hydroxyle ✓	Attribuer [2] si les quatre sont corrects, [1] si deux ou trois sont corrects. Ne pas accepter benzène. Ne pas accepter acide carboxylique/ alcanoïque. Ne pas accepter alcool ou hydroxyde.	2 max
	b	i $n_C : \left\langle \frac{73,99}{12,01} \right\rangle = 6,161(\text{mol})$ et $n_H : \left\langle \frac{6,55}{1,01} \right\rangle = 6,49(\text{mol})$ et $n_N : \left\langle \frac{9,09}{14,01} \right\rangle = 0,649(\text{mol})$ et $n_O : \left\langle \frac{10,37}{16,00} \right\rangle = 0,6481(\text{mol})$ ✓ $n_C : n_H : n_N : n_O = 9.5 : 10 : 1 : 1$ ✓ Formule empirique : C ₁₉ H ₂₀ N ₂ O ₂ ✓	Attribuer [2 max] si la réponse finale est correcte mais sans les calculs.	3
	b	ii C ₁₉ H ₂₀ N ₂ O ₂ ✓		1
	b	iii <(0,5)(40 - 20 + 4 - 2) = >11 ✓		1
	b	iv A : C-H et B : C=O		1
	b	v O-H et N-H ✓ les fréquences/élongations dues à O-H et N-H apparaissent au-dessus de 3200 <cm ⁻¹ > ; ces groupements ne sont pas présents dans le spectre IR du <i>bute</i> ✓		2

c	i	1:1:6 ✓		1
c	ii	$ \begin{array}{ccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\ & & & & \\ \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} \\ & & & & \\ & \text{H} & \text{O} & \text{H} & \\ & & & & \\ & & \text{H} & & \end{array} $		1
c	iii	CH ₃ OCH ₂ CH ₃ ✓		1
c	iv	<p><i>Similitude :</i> les deux ont des fragments correspondant à $(M_r - 15)^+$ / les deux ont $m/z = 45$ ✓</p> <p><i>Différence :</i> X a un fragment correspondant à $(M_r - 17)^+$ / X a $m/z = 43$ OU X a un fragment correspondant à $(M_r - 43)^+$ / X a $m/z = 17$ OU Y a un fragment correspondant à $(M_r - 31)^+$ / Y a $m/z = 29$ OU Y a un fragment correspondant à $(M_r - 29)^+$ / Y a $m/z = 31$ ✓</p>	<p>Accepter « les deux ont le même pic de l'ion moléculaire/M^+ / les deux ont $m/z = 60$. » Cependant, en pratique, le pic de l'ion moléculaire est d'abondance faible et difficile à observer pour le propan-2-ol.</p>	2


CHIMIE
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 3

Numéro de session du candidat

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

Code de l'examen

1 heure

				-				
--	--	--	--	---	--	--	--	--

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Section A: répondez à toutes les questions.
- Section B: répondez à toutes les questions d'une des options.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.
- Une calculatrice est nécessaire pour cette épreuve.
- Un exemplaire non annoté du *Recueil de données de Chimie* est nécessaire pour cette épreuve.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est [35 points].

Option	Questions
Option A — Les matériaux	3 – 6
Option B — La biochimie	7 – 9
Option C — L'énergie	10 – 12
Option D — La chimie médicinale	13 – 15



SECTION A

Répondez à *toutes* les questions. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

1. Les composés utilisés pour la production de froid dans les réfrigérateurs et les systèmes de climatisation sont connus sous le nom de fluides frigorigènes. Un fluide frigorigène subit un changement d'état réversible impliquant la vaporisation et la condensation. La recherche de fluides frigorigènes adaptés a occupé les chimistes pendant environ 200 ans.

Auparavant, les fluides frigorigènes les plus populaires étaient les chlorofluorocarbones (CFC), mais ceux-ci ont été remplacés d'abord par les hydrochlorofluorocarbones (HCFC) et plus récemment par les hydrofluorocarbones (HFC).

Quelques données sur des exemples de ces trois classes de fluides frigorigènes sont présentées ci-dessous.

Classe	Composé	PDO ¹	PRP ² sur 100 ans	$\Delta H_{\text{vap}}^3 / \text{kJ mol}^{-1}$	Durée de vie atmosphérique / ans
CFC	CCl_3F	1,0	4000	24,8	45
CFC	CCl_2F_2	1,0	8500	20,0	102
HCFC	CHCl_2CF_3	0,02	90	26,0	1
HCFC	CHClF_2	0,05	1810	20,2	12
HFC	CH_2FCF_3	0	1100	–	–
HFC	CHF_2CF_3	0	3500	30,0	32

¹ PDO : Le potentiel de diminution de la couche d'ozone (PDO) est une mesure relative de la quantité de dégradation de la couche d'ozone causée par le composé. Il est comparé à la même masse de CCl_3F , dont le PDO est de 1,0.

² PRP : Le potentiel de réchauffement de la planète (PRP) est une mesure relative de la contribution totale du composé au réchauffement de la planète sur la période de temps spécifiée. Il est comparé à la même masse de CO_2 , dont le PRP est de 1,0.

³ ΔH_{vap} : Définie comme étant l'énergie requise pour transformer une mole de composé liquide en gaz.

- (a) (i) Expliquez pourquoi les valeurs de PDO et de PRP n'ont pas d'unités. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (ii) En faisant référence aux formules chimiques et aux valeurs de PDO des composés, commentez l'hypothèse selon laquelle le chlore est responsable de la diminution de la couche d'ozone. [1]

.....
.....
.....

- (b) Utilisez les données du tableau pour interpréter la relation entre la durée de vie atmosphérique d'un gaz et son PRP. [2]

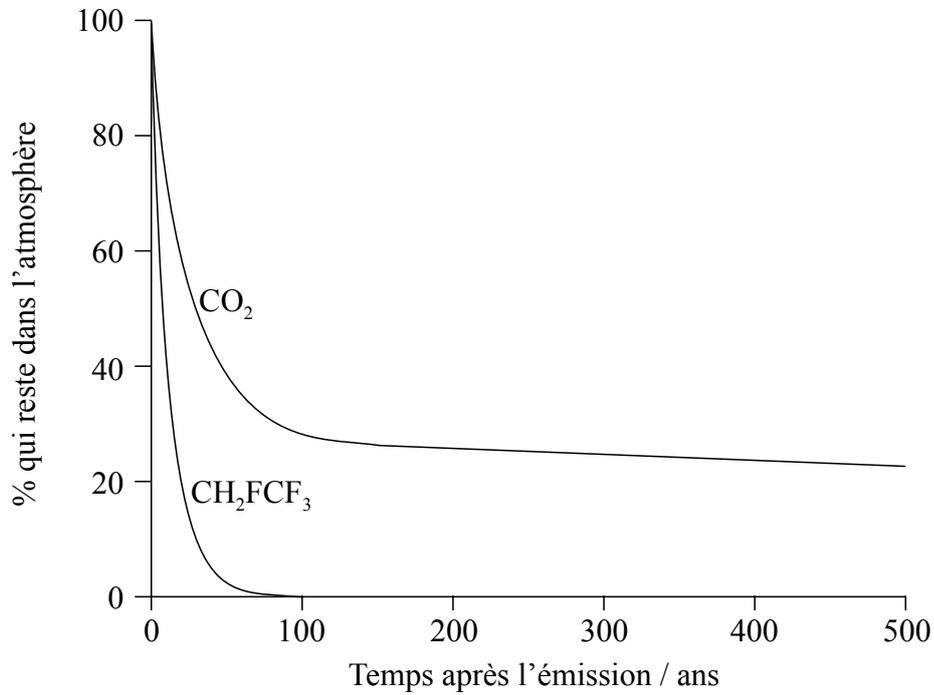
.....
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (c) Le graphique montre l'évolution avec le temps des concentrations de masses égales de CO_2 et de CH_2FCF_3 introduits dans l'atmosphère.



- (i) Appliquez les règles de l'UICPA pour exprimer le nom de CH_2FCF_3 . [1]

.....

- (ii) La $\Delta H_{\text{vaporisation}}$ de CH_2FCF_3 est de 217 kJ kg^{-1} . Calculez la valeur de la variation d'enthalpie pour la condensation d'une mole de CH_2FCF_3 . [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (iii) En faisant référence au graphique de la page 4, commentez la durée de vie atmosphérique de CO_2 par rapport à CH_2FCF_3 , et son influence probable sur les changements climatiques. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. Thomas veut déterminer la formule empirique d'un oxyde de cuivre rouge-brun. La méthode qu'il choisit consiste à convertir une quantité connue de sulfate de cuivre(II) en cet oxyde. Voici les étapes de sa procédure :

- Préparer 100 cm^3 d'une solution 1 mol dm^{-3} en utilisant des cristaux de sulfate de cuivre(II) hydraté.
- Faire réagir un volume connu de cette solution avec du glucose en milieu basique, afin de la convertir en oxyde de cuivre rouge-brun.
- Séparer l'oxyde précipité et trouver sa masse.

(a) Thomas calcule qu'il a besoin de $0,1 \times [1 \times 63,55 + 1 \times 32,07 + 4 \times 16,00] = 15,962 \pm 0,001\text{ g}$ du sulfate de cuivre(II) pour préparer la solution. Résumez l'erreur importante dans son calcul. [1]

.....
.....

(b) Il ajoute alors $100 \pm 1\text{ cm}^3$ d'eau avec un cylindre gradué et il dissout les cristaux de sulfate de cuivre(II). Un ami lui dit que pour préparer des solutions étalons, il est préférable d'utiliser une fiole jaugée au lieu d'ajouter de l'eau avec un cylindre gradué. Suggérez **deux** raisons pour lesquelles une fiole jaugée est préférable. [2]

.....
.....
.....

(c) Thomas chauffe ensuite 25 cm^3 de la solution avec du glucose en excès en milieu basique, pour la convertir en une suspension d'oxyde de cuivre rouge-brun. Décrivez comment il peut obtenir un produit solide pur et sec. [2]

.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 2)

- (d) En utilisant les mêmes réactions chimiques, suggérez comment la méthode de Thomas visant à déterminer la masse d'oxyde de cuivre rouge-brun qu'il pourrait obtenir à partir d'une masse connue de cristaux de sulfate de cuivre(II) pourrait être simplifiée, afin de produire des résultats plus précis.

[1]

.....
.....
.....
.....

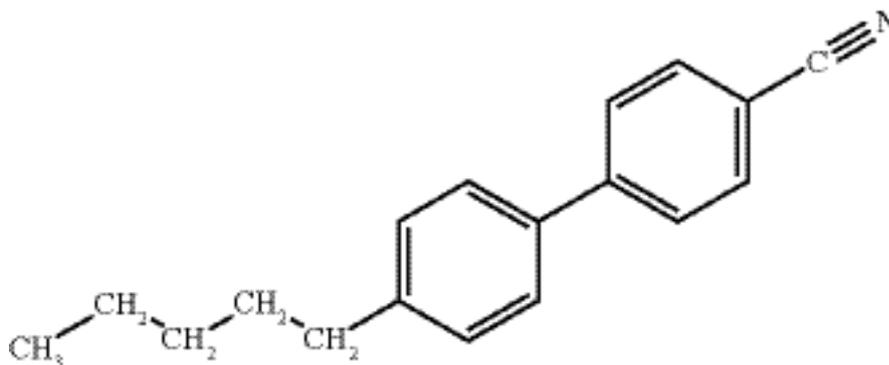


SECTION B

Répondez à **toutes** les questions d'**une** des options. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

Option A — Les matériaux

3. (a) La molécule illustrée ci-dessous est fréquemment utilisée dans des affichages à cristaux liquides (ACL).



Identifiez une caractéristique physique de cette molécule qui lui permet d'exister à l'état de cristal liquide. [1]

.....

- (b) (i) Décrivez la méthode de dépôt chimique en phase vapeur (DCPV) pour la production des nanotubes de carbone. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) De nombreux catalyseurs modernes utilisent des nanotubes de carbone comme support du matériau actif. Exprimez le principal avantage de l'utilisation des nanotubes de carbone. [1]

.....

.....

(L'option A continue sur la page suivante)



(Suite de l'option A)

4. Différents oxydes de métaux sont largement utilisés dans la production de matériaux céramiques et leur fonction est étroitement liée au type de liaison présente dans le composé.

(a) L'oxyde de magnésium et l'oxyde de cobalt(II) sont tous deux incorporés dans les céramiques. À l'aide de la section 8 du Recueil de données, calculez les valeurs et complétez le tableau ci-dessous. [2]

Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)
Électronégativité différence
Électronégativité moyenne

(b) À l'aide de la section 29 du Recueil de données, complétez le tableau ci-dessous, en prédisant le type de liaison et le pourcentage de caractère covalent de chaque oxyde. [2]

Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)
Type de liaison
% de caractère covalent

(L'option A continue sur la page suivante)



(Suite de l'option A)

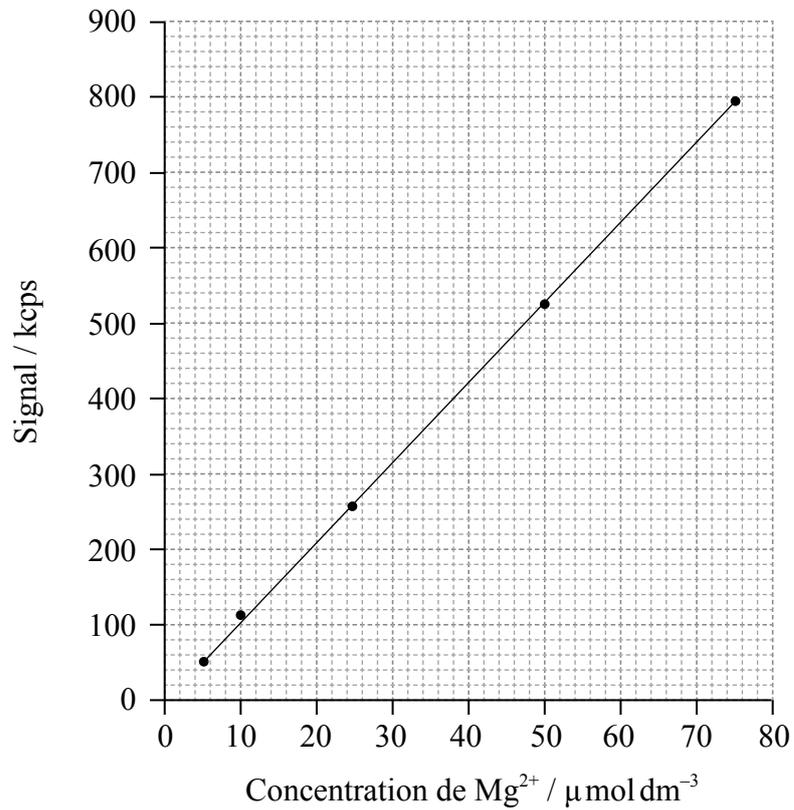
5. Le magnésium est un composant essentiel de la chlorophylle et on peut en trouver des traces dans divers fluides de plantes. Sa concentration peut être estimée en utilisant la spectroscopie d'émission optique couplée par plasma induit (ICP-OES).

(a) Résumez de quoi est composé l'état de plasma impliqué en spectroscopie ICP. [1]

.....

.....

(b) Une courbe d'étalonnage obtenue par ICP-OES du magnésium est montrée dans le graphique ci-dessous.



(L'option A continue sur la page suivante)



(Option A, suite de la question 5)

- (i) Déterminez la masse des ions magnésium présents dans 250 cm^3 d'une solution de concentration $10\text{ }\mu\text{mol dm}^{-3}$. [2]

.....
.....
.....

- (ii) En tenant compte de votre réponse à la partie (b)(i), discutez comment les solutions utilisées pour établir cette courbe d'étalonnage peuvent être préparées. [2]

.....
.....
.....

- (iii) Deux solutions ont donné des taux de comptage de 627kcps et de 12kcps respectivement. Justifiez quelle solution peut être analysée de manière plus satisfaisante en utilisant cette courbe d'étalonnage. [1]

.....
.....

(L'option A continue sur la page suivante)



(Suite de l'option A)

6. Les matières plastiques, comme le PVC et la mélamine, sont largement utilisées dans la société moderne.

(a) Le PVC est thermoplastique, tandis que la mélamine est thermodurcissable. Exprimez une autre tentative de classification des matières plastiques de la part des scientifiques, et résumez en quoi la classification que vous avez choisie est utile. [2]

.....
.....
.....
.....

(b) Il s'est écoulé près d'un siècle après la découverte du PVC avant que Waldo Semon le transforme en matière plastique utile, en ajoutant des plastifiants. Exprimez et expliquez l'effet qu'ont les plastifiants sur les propriétés du PVC. [2]

.....
.....
.....
.....

(c) Justifiez pourquoi, en matière d'économie d'atomes, la polymérisation du PVC peut être considérée comme de la « chimie verte ». [1]

.....
.....

(L'option A continue sur la page suivante)



(Option A, suite de la question 6)

- (d) Malgré la conclusion dans la partie (c), beaucoup considèrent que le PVC est nocif pour l'environnement. Identifiez **une** substance chimique toxique libérée par la combustion du PVC. [1]

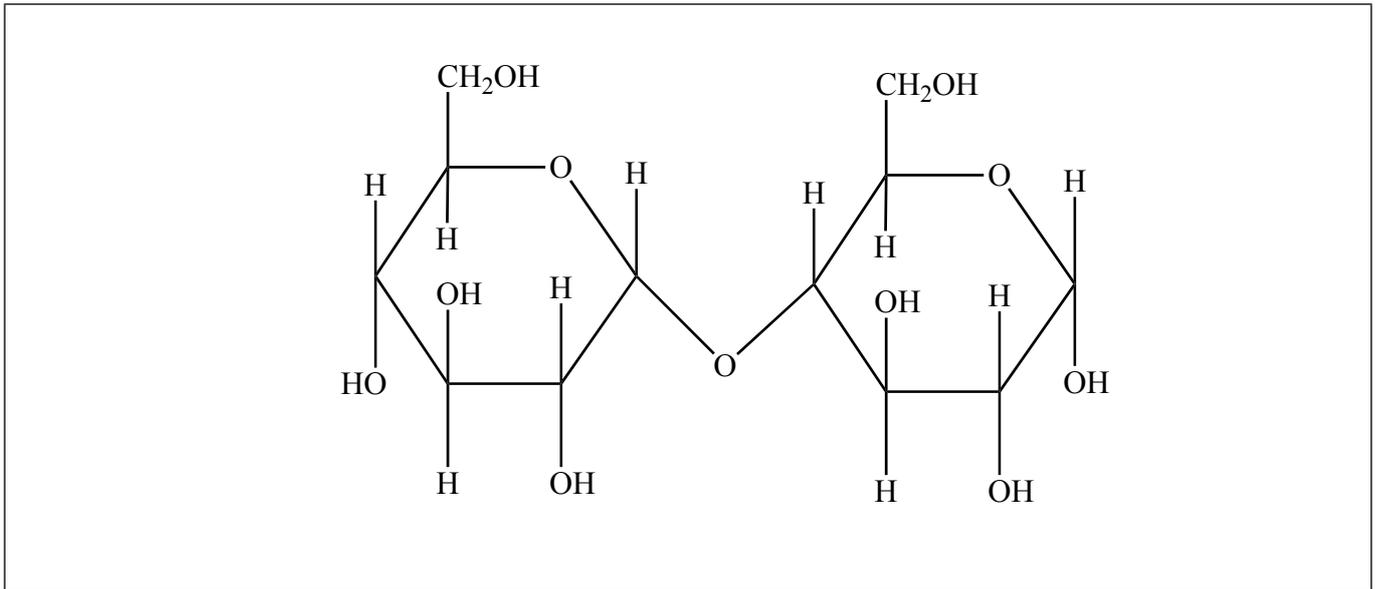
.....

Fin de l'option A



Option B — La biochimie

7. Le schéma ci-dessous illustre la structure d'un disaccharide appelé maltose.



- (a) Identifiez sur le schéma un groupement alcool primaire, en inscrivant I sur l'oxygène, et un groupement alcool secondaire, en inscrivant II sur l'oxygène. [1]
- (b) (i) Formulez une équation, en utilisant des formules moléculaires, pour montrer la conversion de cette molécule en ses monomères. [1]

.....
.....

- (ii) Identifiez le type de processus métabolique illustré dans la partie (b)(i). [1]

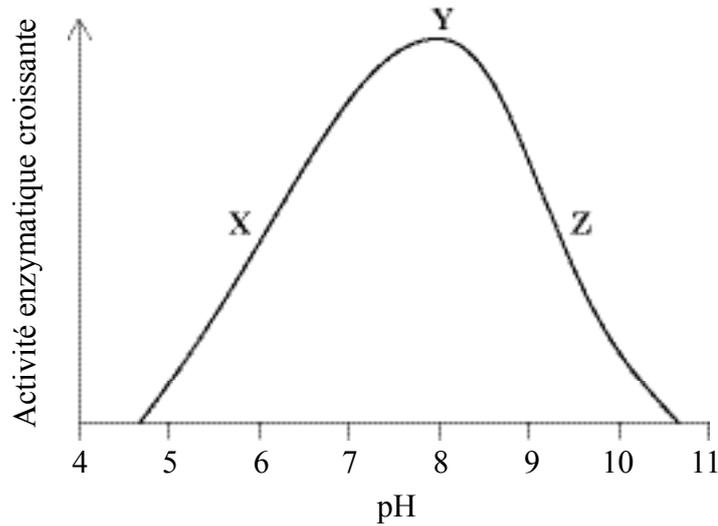
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 7)

- (c) La réaction dans la partie (b) est catalysée par une enzyme, la maltase. Des expériences ont été effectuées pour étudier la vitesse de décomposition du maltose en présence de maltase, à des valeurs de pH variant de 4 à 11. Les résultats sont montrés ci-dessous.



Décrivez comment l'activité de l'enzyme varie avec le pH, en incluant dans votre réponse une référence spécifique à la façon dont le pH affecte l'enzyme dans les zones X, Y et Z.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

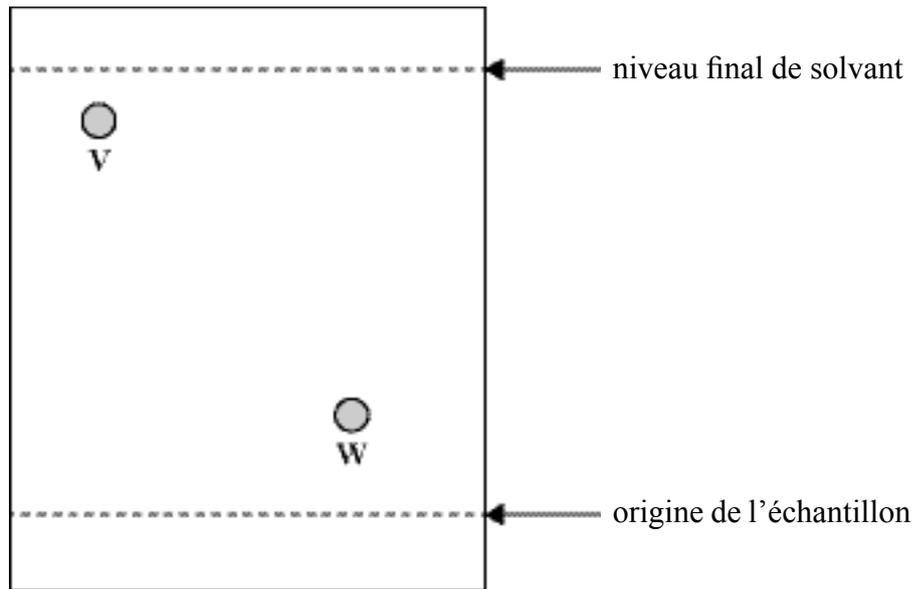
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 7)

- (d) Une autre expérience a été réalisée pour déterminer la composition en acides aminés de la maltase. Un échantillon de l'enzyme a été hydrolysé en un mélange de ses acides aminés constitutifs. La chromatographie sur papier et un révélateur ont alors été utilisés pour essayer d'identifier les acides aminés présents dans le mélange. Le schéma ci-dessous montre une partie du chromatogramme sur lequel on peut observer les positions de deux acides aminés, **V** et **W**.



Acide aminé	R_f
Lysine	0,14
Glutamine	0,26
Proline	0,41
Méthionine	0,56
Leucine	0,73

À l'aide du chromatogramme et du tableau de données, déduisez l'identité de **V** et de **W** si c'est possible.

[2]

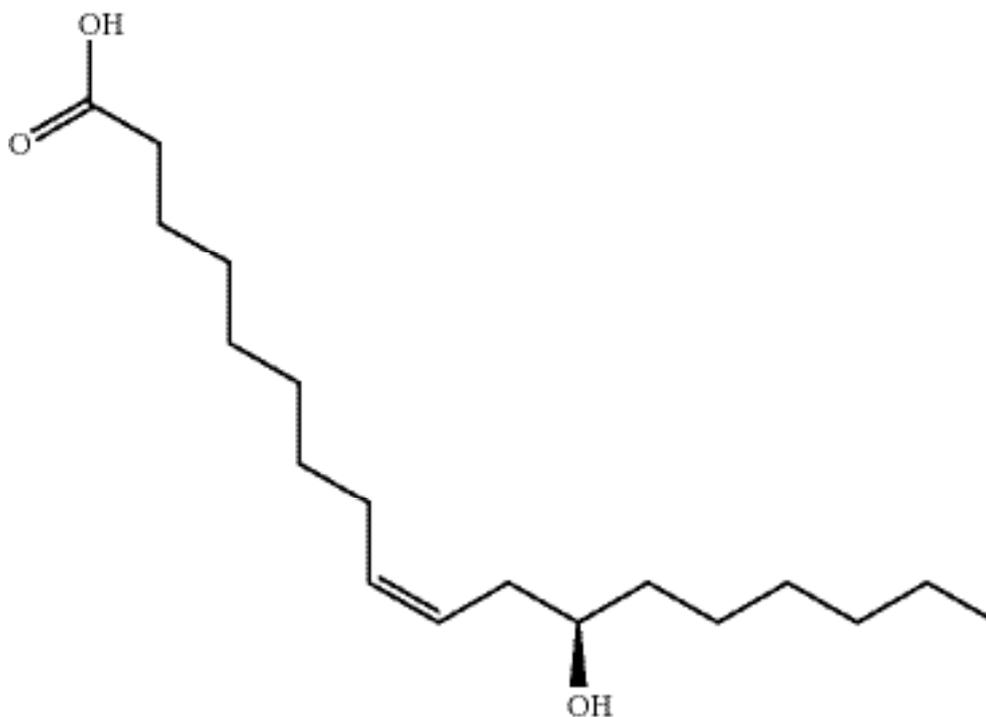
.....
.....
.....
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Suite de l'option B)

8. Le ricin est une plante cultivée pour son huile. L'huile de ricin est principalement un triglycéride de l'acide ricinoléique, un acide gras relativement rare, dont la structure est donnée ci-dessous.



- (a) Exprimez la formule moléculaire de l'acide ricinoléique. [1]

.....
.....

- (b) (i) Comparez et opposez l'acide ricinoléique avec l'acide stéarique, dont la structure est donnée à la section 34 du Recueil de données. [3]

.....
.....
.....
.....
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 8)

- (ii) Exprimez et expliquez en quoi le triglycéride de l'acide ricinoléique devrait être différent du triglycéride de l'acide stéarique dans sa tendance à subir le rancissement oxydatif. [2]

.....
.....
.....
.....

- (c) La graine de ricin contient de la ricine, une protéine toxique, fatale à faible dose. Au cours du processus d'extraction de l'huile, la toxine est inactivée par chauffage.

- (i) Résumez pourquoi la ricine perd ses effets toxiques lors du chauffage. [1]

.....
.....
.....

- (ii) Examinez pourquoi de nombreux pays ne récoltent plus la plante de ricin, mais misent plutôt sur les importations d'huile de ricin en provenance d'autres pays. [2]

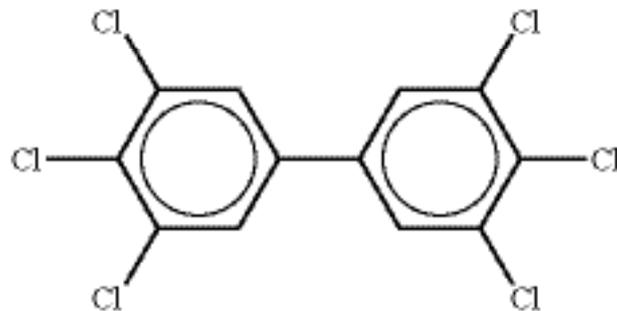
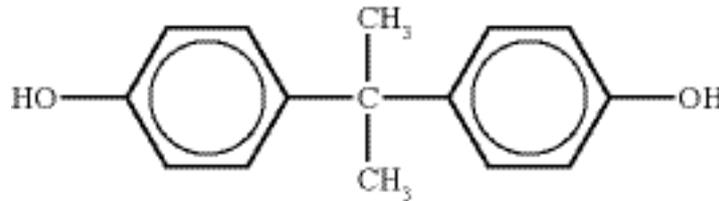
.....
.....
.....
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Suite de l'option B)

9. La figure ci-dessous montre deux exemples de molécules appelées xénoestrogènes, un type de xénobiotique. Elles ont des effets sur les organismes vivants semblables à ceux de l'œstrogène, une hormone féminine. Ces composés sont présents dans l'environnement et peuvent être absorbés par les organismes vivants, où ils peuvent être stockés dans certains tissus.



- (a) Exprimez ce que signifie le terme xénobiotique. [1]

.....
.....
.....

- (b) En référence à leurs structures, résumez pourquoi ces xénobiotiques sont facilement stockés dans les graisses animales. [1]

.....
.....
.....

(L'option B continue sur la page suivante)



(Option B, suite de la question 9)

- (c) Une façon de réduire la concentration d'un xénobiotique dans l'environnement consiste à développer une molécule spécifique, un « hôte », qui peut se lier à lui. La liaison entre l'hôte et le xénobiotique forme une supramolécule.

Exprimez **trois** types d'association qui peuvent se produire dans la supramolécule entre l'hôte et le xénobiotique.

[1]

.....
.....
.....
.....

Fin de l'option B



Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



36EP21

Tournez la page

Option C — L'énergie

10. Les plantes convertissent l'énergie solaire en énergie chimique. Il serait donc très commode d'utiliser des produits végétaux, comme les huiles végétales, directement comme carburants pour les moteurs à combustion interne.

- (a) (i) Identifiez le principal problème lié à l'utilisation des huiles végétales directement comme carburant dans un moteur à combustion interne conventionnel. [1]

.....

- (ii) La transestérification de l'huile permet de surmonter ce problème. Exprimez les réactifs requis pour ce processus. [1]

.....

(b) Les produits végétaux peuvent également être convertis en éthanol qui peut être mélangé avec des alcanes, comme l'octane, pour produire un carburant. Le tableau ci-dessous donne certaines propriétés de ces composés.

Composé	Masse molaire / g mol^{-1}	Masse volumique / g dm^{-3}	$\Delta H_c / \text{kJ mol}^{-1}$	Équation de la combustion
Éthanol	46,08	789	-1367	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
Octane	114,26	703	-5470	$\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 12\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- (i) Exprimez le nom du processus par lequel l'éthanol peut être produit à partir de sucres. [1]

.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Option C, suite de la question 10)

- (ii) La densité énergétique de l'éthanol est de $23\,400\text{ kJ dm}^{-3}$. À l'aide des données du tableau, déterminez la densité énergétique de l'octane. [1]

.....
.....

- (iii) À l'aide de ces résultats, résumez pourquoi l'octane est le meilleur carburant pour les véhicules. [1]

.....

- (iv) À l'aide des données du tableau, démontrez que l'éthanol et l'octane génèrent des empreintes carbone similaires. [1]

.....
.....
.....
.....

- (v) Résumez pourquoi, même s'ils ont des empreintes carbone similaires, l'utilisation de l'éthanol a moins d'impact sur les niveaux de dioxyde de carbone atmosphérique. [1]

.....
.....
.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Suite de l'option C)

11. L'énergie nucléaire est une source d'énergie qui n'implique pas les combustibles fossiles. La technologie nucléaire actuelle dépend des réactions de fission.

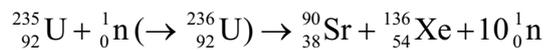
(a) La technologie nucléaire commerciale s'est développée très rapidement entre 1940 et 1970. Résumez pourquoi cela s'est produit. [1]

.....

.....

.....

(b) L'équation d'une réaction de fission nucléaire typique est :



Les masses des particules impliquées dans cette réaction de fission sont présentées ci-dessous.

Masse du neutron	=	1,00867 u
Masse du noyau de U-235	=	234,99333 u
Masse du noyau de Xe-136	=	135,90722 u
Masse du noyau de Sr-90	=	89,90774 u

À l'aide de ces données et des informations fournies aux sections 1 et 2 du Recueil de données, déterminez l'énergie libérée lorsqu'un noyau d'uranium subit la fission. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Option C, suite de la question 11)

- (c) Les demi-vies des composants de combustibles nucléaires usés s'échelonnent de quelques années à plus de 10000 ans. Cela signifie que bien que la radioactivité des déchets nucléaires diminue rapidement au début, une certaine radioactivité persiste très longtemps. Résumez le stockage des combustibles nucléaires usés, à la fois à court terme et à long terme.

[2]

<p>Court terme :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Long terme :</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

(L'option C continue sur la page suivante)



36EP25

Tournez la page

(Suite de l'option C)

12. La production d'énergie présente de nombreuses menaces pour l'environnement. Un problème qui a causé beaucoup de controverse au cours des dernières années est l'émission de gaz à effet de serre, considérée par la plupart des scientifiques comme une cause importante du réchauffement de la planète.

(a) Expliquez comment les gaz à effet de serre influent sur la température de la surface terrestre. [3]

.....
.....
.....
.....
.....

(b) Expliquez les changements moléculaires qui doivent se produire pour qu'une molécule absorbe la lumière infrarouge. [2]

.....
.....
.....
.....
.....

(L'option C continue sur la page suivante)



(Option C, suite de la question 12)

- (c) (i) Le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau sont les gaz à effet de serre les plus abondants. Identifiez **un** autre gaz à effet de serre et une source naturelle de ce composé. [1]

Gaz à effet de serre :

.....

.....

Source naturelle :

.....

.....

- (ii) Même si la vapeur d'eau est le gaz à effet de serre le plus puissant, l'impact du dioxyde de carbone est plus préoccupant. Suggérez pourquoi il en est ainsi. [1]

.....

.....

.....

Fin de l'option C



Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

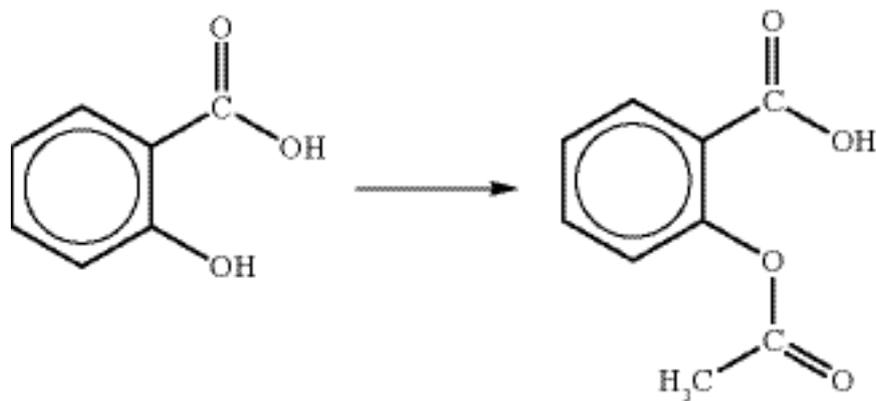
Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



36EP28

Option D — La chimie médicinale

13. Pendant des siècles, l'acide salicylique a été utilisé pour soulager la douleur et réduire la fièvre, même s'il peut être irritant pour l'estomac. Dans les années 1800, on a découvert que sa conversion en acide acétylsalicylique réduisait l'irritation de l'estomac tout en lui conservant son efficacité.



Acide salicylique

Acide acétylsalicylique (aspirine)

- (a) Identifiez le type de réaction utilisé pour convertir l'acide salicylique en acide acétylsalicylique. [1]

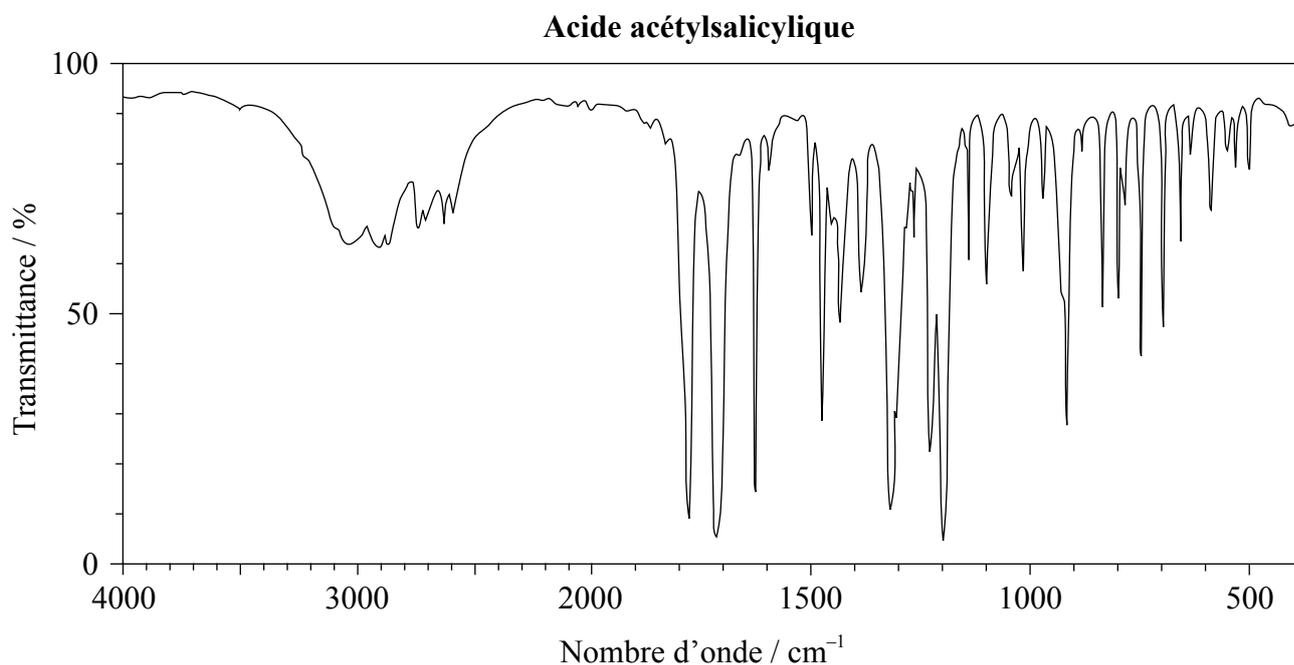
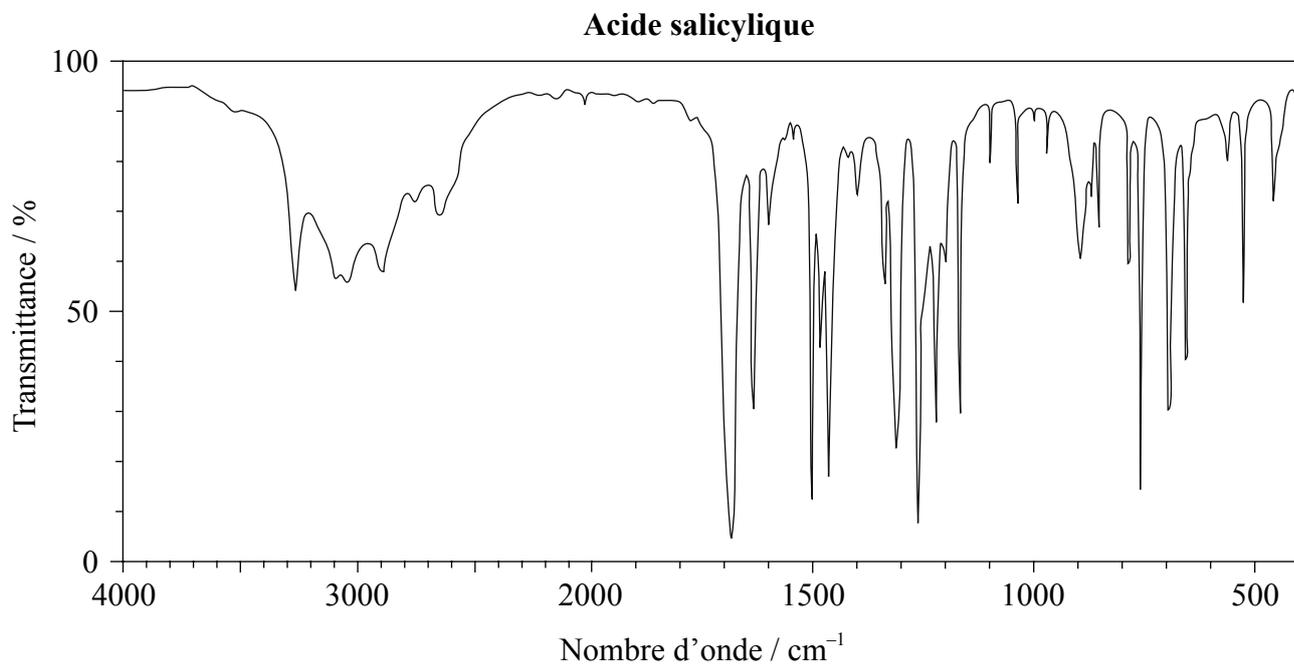
.....

(L'option D continue sur la page suivante)



(Option D, suite de la question 13)

- (b) Les spectres infrarouges (IR) de l'acide salicylique et de l'acide acétylsalicylique sont illustrés ci-dessous.



[Source: SDBS web: www.sdb.srioddb.aist.go.jp (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2014)]

(L'option D continue sur la page suivante)



36EP30

(Option D, suite de la question 13)

À l'aide des informations fournies à la section 26 du Recueil de données, comparez et opposez les deux spectres sur le plan des liaisons présentes.

[3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(c) Une version modifiée de l'aspirine est parfois fabriquée en la faisant réagir avec une base forte, comme l'hydroxyde de sodium. Expliquez pourquoi ce procédé peut accroître la biodisponibilité du médicament.

[3]

.....
.....
.....
.....

(L'option D continue sur la page suivante)



(Suite de l'option D)

14. Les progrès récents dans la recherche sur les virus responsables de la grippe ont conduit à la production de deux médicaments antiviraux, l'oseltamivir (Tamiflu[®]) et le zanamivir (Relenza[®]).

(a) Résumez pourquoi les virus sont généralement plus difficiles à cibler avec des médicaments que les bactéries. [1]

.....
.....
.....

(b) En vous référant à leurs structures moléculaires données à la section 37 du Recueil de données, exprimez les formules de **trois** groupements fonctionnels qui sont présents à la fois dans l'oseltamivir et le zanamivir et les formules de **deux** groupements fonctionnels présents uniquement dans le zanamivir. [3]

Présents dans les deux :

.....
.....
.....

Présents uniquement dans le zanamivir :

.....
.....

(c) Commentez la façon dont l'utilisation généralisée de ces médicaments peut conduire à la propagation de virus résistants aux médicaments. [2]

.....
.....
.....
.....

(L'option D continue sur la page suivante)



(Option D, suite de la question 14)

- (d) Résumez les procédés généraux qui devraient être suivis pour promouvoir la « chimie verte » dans la fabrication des médicaments comme l'oseltamivir et le zanamivir. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(L'option D continue sur la page suivante)



36EP33

Tournez la page

(Suite de l'option D)

15. Les antiacides aident à neutraliser l'excès d'acide chlorhydrique produit par l'estomac. Le pouvoir de neutralisation d'un antiacide peut être défini comme la quantité, en moles d'acide chlorhydrique, qui peut être neutralisée par gramme d'antiacide.

(a) Formulez une équation pour montrer l'action de l'hydroxyde de magnésium, un antiacide. [1]

.....
.....

(b) Un comprimé d'un antiacide ayant une masse de 0,200 g a été ajouté à 25,00 cm³ d'acide chlorhydrique 0,125 mol dm⁻³. Une fois la réaction terminée, l'excès d'acide a nécessité 5,00 cm³ d'hydroxyde de sodium 0,200 mol dm⁻³ pour être neutralisé. Déterminez le pouvoir de neutralisation du comprimé. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Fin de l'option D



Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



36EP35

Veillez **ne pas** écrire sur cette page.

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



36EP36



BARÈME DE NOTATION

SPÉCIMEN D'ÉPREUVE

CHIMIE

Niveau Moyen

Épreuve 3

Informations sur la matière : barème de notation de l'épreuve 3 du NM de chimie

Répartition des points

Les candidats doivent répondre à **TOUTES** les questions de la Section A [**15 points**] et à toutes les questions d'**UNE** option dans la Section B [**20 points**].
Total maximum = [**35 points**].

1. Chaque rangée dans le tableau du barème de notation se rapporte à la plus petite sous-partie de la question.
2. La note maximum pour chaque sous-partie d'une question est indiquée dans la colonne « Total ».
3. Chaque point attribué dans la colonne « Réponses » est coché au moyen du signe (✓) à la fin de la réponse.
4. Une sous-partie de question peut avoir plus de points attribués que ne le permet le total. Cela est indiqué par le terme « **max** » écrit après la note dans la colonne « Total ». La rubrique s'y rapportant sera, au besoin, résumée dans la colonne « Notes ».
5. Une autre façon d'exprimer la réponse est indiquée dans la colonne « Réponses » par une barre oblique (/). L'une ou l'autre formulation peut être acceptée.
6. Une autre réponse possible est indiquée dans la colonne « Réponses » par « **OU** » sur la ligne entre les choix. L'une ou l'autre des réponses peut être acceptée.
7. Les mots entre chevrons < > dans la colonne « Réponses » ne sont pas nécessaires pour obtenir les points.
8. Les mots soulignés sont nécessaires pour obtenir les points.
9. L'ordre des réponses possibles ne doit pas nécessairement être comme dans la colonne « Réponses », sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».
10. Si la réponse du candidat a le même « sens » ou peut être interprétée comme ayant une signification, une information et une validité équivalant à celle dans la colonne « Réponses », allouez la note. Si ce point est considéré comme particulièrement pertinent dans une question, l'expression « *ou réponse similaire* » apparaît dans la colonne « Notes ».

11. Rappelez-vous que de nombreux candidats rédigent l'épreuve dans une langue seconde. Une communication efficace est plus importante qu'une exactitude grammaticale.
12. Parfois, une partie de la question peut exiger une réponse nécessaire pour obtenir les réponses subséquentes. Si une erreur est commise dans la première réponse, elle doit être pénalisée. Cependant, si la réponse incorrecte est utilisée correctement dans les réponses subséquentes, il faut alors allouer des points de **suivi**. Lors de la notation, indiquer cela en ajoutant l'expression « *erreur reportée* » (ER) sur la copie. La mention « ER acceptable » apparaîtra dans la colonne « Notes ».
13. Ne pénalisez **pas** les candidats pour des erreurs dans les unités ou les chiffres significatifs, **à moins** que ce soit expressément mentionné dans la colonne « Notes ».
14. Si une question demande spécifiquement le nom d'une substance, n'allouez pas de point pour une formule correcte sauf indication contraire dans la colonne « Notes », de même, si la formule est spécifiquement demandée, sauf indication contraire dans la colonne « Notes », n'allouez pas de point pour un nom correct.
15. Si une question demande une équation d'une réaction, habituellement, une équation équilibrée doit être exprimée avec des symboles, n'allouez pas de point pour une équation en mots ou une équation non équilibrée sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».
16. Ignorez les symboles précisant l'état physique absents ou incorrects sauf indication contraire dans la colonne « Notes ».

SECTION A

Question			Réponses	Notes	Total
1.	a	i	valeurs relatives <i>OU</i> comparaison avec un standard <i>OU</i> pas une mesure absolue ✓		1
	a	ii	PDO élevé pour les composés à teneur élevée en Cl <i>OU</i> PDO bas pour les composés avec moins de Cl <i>OU</i> PDO nul pour les composés sans Cl ✓		1
	b		corrélation entre durée de vie atmosphérique croissante et PRP croissant ✓ contribution totale au de réchauffement de la planète dépend de la durée de la présence dans l'atmosphère <i>OU</i> PRP dépend de l'efficacité en tant que gaz à effet de serre et de la durée de vie atmosphérique ✓	<i>Accepter d'autres réponses basées sur un raisonnement scientifique solide</i>	2
	c	i	1,1,1,2-tétrafluoroéthane ✓	<i>Accepter sans virgules ou tirets.</i>	1
	c	ii	$M(\text{CH}_2\text{FCF}_3) = (12,01 \times 2) + (1,01 \times 2) + (19,00 \times 4) = 102,04 \text{ <g mol}^{-1}>$ ✓ $\Delta H(\text{condensation CH}_2\text{FCF}_3) = -[0,217 \text{ <kJ g}^{-1}> \times 102,04 \text{ <g mol}^{-1}>] = -22,1 \text{ <kJ mol}^{-1}>$ ✓	<i>Attribuer [1 max] pour $\Delta H = 22,1 \text{ kJ}$</i>	2
	c	iii	durée de vie atmosphérique de CO ₂ beaucoup plus longue que celle de CH ₂ FCF ₃ <i>OU</i> après 100 ans approx 30 % de CO ₂ encore présent alors que CH ₂ FCF ₃ est éliminé ✓ le CO ₂ des émissions actuelles continuera à affecter les changements climatiques/réchauffement climatique à long terme ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	2

Question		Réponses	Notes	Total
2.	a	il a oublié de tenir compte de l'eau de cristallisation <i>OU</i> il aurait dû utiliser 24,972 g ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	1
	b	incertitude moins grande sur le volume <i>OU</i> plus précis ✓ tient compte du changement de volume lors de la dissolution <i>OU</i> concentration est celle d'un volume donné de solution et non d'un volume de solvant ✓		2
	c	filtrer <i>OU</i> centrifuger ✓ rincer (le solide) avec de l'eau ✓ chauffer dans un four <i>OU</i> rincer avec propanone/éthanol/solvant organique volatile et laisser évaporer ✓	<i>Attribuer [2] pour les 3 propositions et [1] pour 2 propositions (au choix).</i>	2
	d	prendre une masse connue du solide et la laisser réagir avec le glucose <i>OU</i> ne pas préparer de solution étalon ✓	<i>Ou réponse similaire. Accepter toute autre réponse valable basée sur un raisonnement scientifique solide.</i>	1

SECTION B

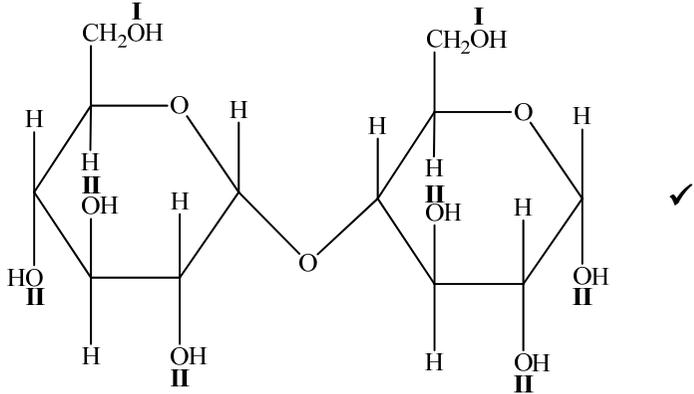
Option A — Les matériaux

Question		Réponses			Notes	Total												
3.	a	rigide <i>OR</i> molécule en forme de bâtonnet/longue et étroite ✓				1												
	b	i	mélange de composés contenant du carbone et d'un diluant inerte en phase gazeuse/vapeur ✓ passage sur un catalyseur métallique chauffé ✓			2												
	b	ii	(très) grande surface ✓			1												
4.	a	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Composé</th> <th>Oxyde de magnésium</th> <th>Oxyde de cobalt(II)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Différence d'électronégativité</td> <td>2,1</td> <td>1,5</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Électronégativité moyenne</td> <td>2,35</td> <td>2,65</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>			Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)		Différence d'électronégativité	2,1	1,5	✓	Électronégativité moyenne	2,35	2,65	✓	Attribuer [1] pour chaque ligne ou colonne correcte.	2
Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)																
Différence d'électronégativité	2,1	1,5	✓															
Électronégativité moyenne	2,35	2,65	✓															
	b	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Composé</th> <th>Oxyde de magnésium</th> <th>Oxyde de cobalt(II)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Type de liaison</td> <td>Ionique</td> <td>Covalente polaire</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>% de caractère covalent</td> <td>30 – 35</td> <td>53 – 58</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>			Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)		Type de liaison	Ionique	Covalente polaire	✓	% de caractère covalent	30 – 35	53 – 58	✓	Attribuer [1] pour chaque ligne ou colonne correcte.	2
Composé	Oxyde de magnésium	Oxyde de cobalt(II)																
Type de liaison	Ionique	Covalente polaire	✓															
% de caractère covalent	30 – 35	53 – 58	✓															

Question		Réponses	Notes	Total	
5.	a	ions argon positifs et électrons (libres) ✓		1	
	b	i	$\text{mol Mg}^{2+} = \langle 0,25 \times 10 \times 10^{-6} \Rightarrow 2,5 \times 10^{-6} \text{ mol} \rangle$ ✓ $\text{masse Mg}^{2+} = \langle 24,31 \times 2,5 \times 10^{-6} \Rightarrow 6,08 \times 10^{-5} \text{ g} \rangle$ ✓		2
	b	ii	la masse du solide est trop petite pour être pesée avec précision ✓ dilution successive de la solution OU dilution d'une solution concentrée ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	2
	b	iii	627 kcps et se situe à l'intérieur de la région calibrée OU 627 kcps et 12 kcps se situe à l'extérieur de la région calibrée ✓	<i>Accepter d'autres suggestions correctes, par exemple « des valeurs faibles, comme 12 kcps, auraient une incertitude très élevée ».</i>	1

Question		Réponses	Notes	Total
6.	a	<p>codes d'identification des résines ✓ assurent l'uniformité pour le recyclage ✓</p> <p>OU</p> <p>addition/condensation ✓ classification selon les types semblables de réaction ✓</p> <p>OU</p> <p>flexible ✓ orienté vers des usages appropriés ✓</p> <p>OU</p> <p>fragile ✓ orienté vers des usages appropriés ✓</p>	<p><i>Ou réponse similaire.</i></p> <p><i>Accepter « prédire les monomères possibles ». Ou réponse similaire</i></p> <p><i>Attribuer [2] pour toute autre classification scientifique, appuyée par une raison scientifique pertinente.</i></p>	2
	b	<p>assouplit le polymère ✓</p> <p>sépare les chaînes de polymères</p> <p>OU</p> <p>réduit les forces intermoléculaires ✓</p>		2
	c	<p>tous les réactifs sont transformés en produits utiles</p> <p>OU</p> <p>économie d'atomes de 100%</p> <p>OU</p> <p>il n'y a pas de déchets chimiques ✓</p>		1
	d	<p>chlorure d'hydrogène/HCl</p> <p>OU</p> <p>dioxine ✓</p>		1

Option B — La biochimie

Question		Réponses	Notes	Total	
7.	a		<p>Accorder le point si I est placé correctement et si II est placé correctement.</p>	1	
	b	i	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O_6$ ✓	1	
	b	ii	catabolisme ✓	<p>Accepter hydrolyse.</p>	1
	c		<p>au point X (pH faible) enzyme/protéine protonée / chargée positivement/cationique (donc incapable de se lier efficacement) ✓</p> <p>au point Y (pH optimal) enzyme a la capacité maximale de se lier au substrat/maltose ✓</p> <p>au point Z (pH élevé) enzyme/protéine déprotonée / chargée négativement/anionique (donc incapable de se lier efficacement) ✓</p>	<p>Attribuer [I max] s'il est fait référence à la dénaturation/au changement de forme du site actif sans explication du point de vue des changements dans l'ionisation.</p>	3
	d		<p>valeur de R_f V = $\frac{5,4}{5,9} = 0,91$ et valeur de R_f W = $\frac{1,5}{5,9} = 0,25$ ✓</p> <p>donc W est la glutamine (V ne peut pas être identifié) ✓</p>		2

Question		Réponses	Notes	Total	
8.	a	$C_{18}H_{34}O_2$ ✓		1	
	b	i	<p>les deux ont 18 atomes de carbone ✓</p> <p>les deux comportent COOH/groupement acide carboxylique <i>OU</i></p> <p>les deux sont des acides gras ✓</p> <p>l'acide ricinoléique a une liaison double <u>carbone-carbone</u>/C=C/<mono>insaturée tandis que l'acide stéarique n'a que des liaisons simples C-C/saturées ✓</p> <p>l'acide ricinoléique a un groupement OH/hydroxyle <dans la chaîne> tandis que l'acide stéarique n'en a pas ✓</p>	<p><i>Ne pas accepter simplement acides dans M2</i></p> <p><i>Attribuer [3 max] pour 3 des réponses ci-contre.</i></p>	3 max
	b	ii	<p>l'acide ricinoléique est plus susceptible <que l'acide stéarique> de subir un rancissement oxydatif ✓</p> <p>la liaison double <u>carbone-carbone</u>/C=C peut être oxydée ✓</p>	<i>Ou réponse similaire.</i>	2
	c	i	<p><le chauffage cause> la dénaturation <i>OU</i></p> <p><le chauffage cause> la perte de la conformation <i>OU</i></p> <p><le chauffage cause> le changement de forme <i>OU</i></p> <p><le chauffage cause> l'incapacité à se lier aux substrats ✓</p>	<i>Ne pas accepter inactivée.</i>	1
	c	ii	<p>les graines de ricin contiennent des toxines/ricine <i>OU</i></p> <p>ingérer des graines non-traitées peut être fatal ✓</p> <p>normes sanitaire/de sécurité différentes dans différents pays <i>OU</i></p> <p>pays riches exploitent les travailleurs des pays moins développés/plus pauvres ✓</p>	<i>Accepter d'autres réponses valables, telles que des considérations économiques.</i>	2

Question		Réponses	Notes	Total
9.	a	substance/produit chimique/composé présent dans un organisme dans lequel il est normalement absent <i>OU</i> composé étranger à un organisme vivant ✓	<i>Accepter composé synthétisé artificiellement/d'origine humaine dans l'environnement/la biosphère.</i>	1
	b	non polaires <i>OU</i> lipophiles <i>OU</i> structure basée sur le benzène/hydrocarbure <i>OU</i> interactions hydrophobes <i>OU</i> (non)polarité semblable à celle des graisses ✓		1
	c	liaisons ioniques ✓ liaisons hydrogène ✓ forces de van der Waals ✓ interactions hydrophobes ✓	<i>Attribuer [1 max] si 3 réponses correctes. Accepter d'autres réponses valables autres que la liaison covalente.</i>	1 max

Option C — L'énergie

Question			Réponses	Notes	Total
10.	a	i	viscosité trop élevée ✓		1
	a	ii	alcool et acide <fort> <i>OU</i> alcool et base <forte> ✓	<i>Accepter un alcool spécifique (p. ex., éthanol).</i>	1
	b	i	fermentation ✓		1
	b	ii	$\left\langle \frac{703 \times 5470}{114,26} \Rightarrow 33700 \text{ kJ dm}^{-3} \right\rangle$ ✓		1
	b	iii	plus d'énergie à partir d'un volume donné de carburant ✓	<i>Accepter densité énergétique plus grande.</i>	1
	b	iv	éthanol : $\frac{1367}{2} = 683,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ et octane : $\frac{5470}{8} = 683,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ <i>OU</i> masse de CO ₂ produite par l'émission de 1000 kJ éthanol : $\frac{2 \times 44,01 \times 1000}{1367} = 64,4 \text{ g}$ et octane : $\frac{8 \times 44,01 \times 1000}{1367} = 64,4 \text{ g}$ ✓	<i>Accepter d'autres méthodes qui montrent que la quantité de dioxyde de carbone produite pour la même production d'énergie calorifique est la même pour les deux carburants.</i>	1
	b	v	l'éthanol est un biocombustible/produit par de la matière végétale <i>OU</i> les plantes en croissance absorbent le dioxyde de carbone ✓		1

Question		Réponses	Notes	Total
11.	a	l'énergie nucléaire a bénéficié de la course au développement des armes nucléaires ✓	<i>Ou réponse similaire Accepter d'autres explications valables.</i>	1
	b	$\Delta m = \langle 234,99333 - 135,90722 - 89,907738 - [9 \times 1,00867] \Rightarrow 0,100342 \text{ <amu> } \checkmark$ $= \langle 0,100342 \times 1,66 \times 10^{-27} \text{ <kg> } \Rightarrow 1,67 \times 10^{-28} \text{ <kg> } \checkmark$ $E = \langle mc^2 = 1,67 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow 1,50 \times 10^{-11} \text{ <J> } \checkmark$	<i>Attribuer [3] si la réponse finale est correcte.</i>	3
	c	<i>Court terme</i> : stockage en piscine de refroidissement ✓ <i>Long terme</i> : vitrification OU sous terre dans des formations géologiques stables ✓		2

Question		Réponses	Notes	Total
12.	a	<p>le rayonnement solaire incident est de courte longueur d'onde <i>OU</i></p> <p>le rayonnement solaire incident est de haute fréquence <i>OU</i></p> <p>le rayonnement solaire incident est d'énergie élevée <i>OU</i></p> <p>le rayonnement solaire incident est <rayonnement> UV ✓</p> <p>le rayonnement émis <par la surface terrestre> est de longue longueur d'onde <i>OU</i></p> <p>le rayonnement émis <par la surface terrestre> est de basse fréquence <i>OU</i></p> <p>le rayonnement émis <par la surface terrestre> est de faible énergie <i>OU</i></p> <p>le rayonnement émis <par la surface terrestre> est <du rayonnement> IR ✓</p> <p>cette énergie est absorbée dans les liaisons des gaz à effet de serre <i>OU</i></p> <p>les molécules vibrent lorsque le rayonnement IR est absorbé ✓</p> <p>cette énergie est alors ré-émise <une partie vers la surface terrestre> ✓</p>		3 max
	b	<p>élongation <i>OU</i></p> <p>déformation ✓</p> <p>provoque un changement de la polarité/du moment dipolaire ✓</p>		2
	c	<p>i</p> <p>méthane et décomposition anaérobie de la matière organique <i>OU</i></p> <p>digestion chez les animaux ✓</p>	<p><i>Accepter d'autres exemples de gaz à effet de serre avec des sources <u>naturelles</u> correctes.</i></p>	1
	c	<p>ii</p> <p>les sources principales de vapeur d'eau sont naturelles plutôt qu'anthropiques/ liées aux humains <i>OU</i></p> <p>les niveaux de vapeur d'eau sont demeurés presque constants, tandis que ceux de CO₂ ont augmenté de façon importante dans les derniers temps ✓</p>		1

Option D — La chimie médicinale

Question		Réponses	Notes	Total
13.	a	<p>estérification <i>OU</i> condensation ✓</p>		1
	b	<p><i>Difference:</i> seul le spectre de l'acide salicylique a un pic <intense large> de 3200–3600 cm⁻¹ pour OH <dans alcool/phénol> ✓</p> <p><i>Similitudes:</i> les deux ont des pics <intenses> de 1050–1410 cm⁻¹ pour C–O <dans alcool/phénol> ✓</p> <p>les deux ont des pics <intenses> de 1700–1750 cm⁻¹ pour C=O <dans l'acide carboxylique> ✓</p> <p>les deux ont des pics <larges> de 2500–3000 cm⁻¹ pour OH <dans l'acide carboxylique> ✓</p> <p>les deux ont des pics de 2850–3090 cm⁻¹ pour C–H ✓</p>	<p><i>Accepter « l'acide acétylsalicylique présente deux pics dans la région 1700–1800 cm⁻¹, en raison de la présence de deux groupements C=O ».</i></p> <p><i>Attribuer [2 max] pour deux similitudes correctes.</i></p>	3 max
	c	<p>la réaction avec NaOH produit un sel <ionique> <i>OU</i> $C_6H_4(OH)(COOH) + NaOH \rightarrow C_6H_4(OH)(COONa) + H_2O$ ✓</p> <p>augmente la solubilité <aqueuse> <pour le transport/absorption> ✓</p> <p>une proportion plus élevée du médicament/dosage plus élevé atteint la région cible/cellules cibles ✓</p>		3

Question		Réponses	Notes	Total
14.	a	absence de structure cellulaire <i>OU</i> existe dans une cellule hôte <i>OU</i> mutation facile et fréquente ✓		1
	b	<i>Présents dans les deux :</i> NH ₂ ✓ CONH ✓ C=C ✓ COC ✓ <i>Présents dans le zanamivir uniquement :</i> COOH et OH ✓	<i>En ce qui concerne les groupements fonctionnels communs, attribuer [2 max] pour trois réponses correctes, [1 max] pour deux réponses correctes, [0] pour une réponse correcte.</i> <i>Accepter C=N.</i>	3 max
	c	l'exposition des virus au médicament favorise les souches résistantes ✓ les souches résistantes sont difficiles à traiter <i>OU</i> les médicaments doivent être utilisés seulement lorsqu'ils sont nécessaires <pas à des fins prophylactiques> ✓	<i>Ou réponse similaire.</i>	2

(Suite de la question 14)

Question		Réponses	Notes	Total
	d	conception de produits chimiques moins dangereux pour la santé et l'environnement ✓ utilisation de solvants/réactifs moins dangereux pour l'environnement ✓ conception de procédés <synthétiques> qui nécessitent moins d'énergie/ de matériaux <i>OU</i> conception de procédés <synthétiques> avec grande économie d'atomes ✓ utilisation de ressources renouvelables <i>OU</i> réutiliser/recycler les matériaux ✓ traitement des déchets pour les rendre moins dangereux ✓ élimination appropriée des déchets dangereux ✓		3 max

15.	a	$\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \checkmark$		1
	b	$n(\text{HCl ajouté}) = \langle 0,02500 \times 0,125 \Rightarrow 0,00313 \text{ <mol> } \checkmark$ $n(\text{HCl non réagi avec le comprimé})$ $= n(\text{NaOH}) = 0,00500 \times 0,200 = 0,00100 \text{ <mol HCl en excès>}$ $n(\text{HCl réagi avec l'antiacide}) = \langle 0,00313 - 0,00100 \Rightarrow 0,00213 \text{ <mol> } \checkmark$ $\text{pouvoir de neutralisation <mol g}^{-1}\text{>} = \left\langle \frac{0,00213}{0,200} \Rightarrow 0,011 \text{ <mol HCl neutralisé par g antiacide> } \checkmark$		3