



22126120

**CHIMIE**  
**NIVEAU SUPÉRIEUR**  
**ÉPREUVE 2**

Mardi 8 mai 2012 (après-midi)

2 heures 15 minutes

Numéro de session du candidat

0	0								
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Code de l'examen

2	2	1	2	-	6	1	2	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

**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 deux 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 [90 points].

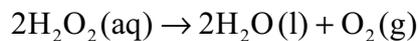


0132

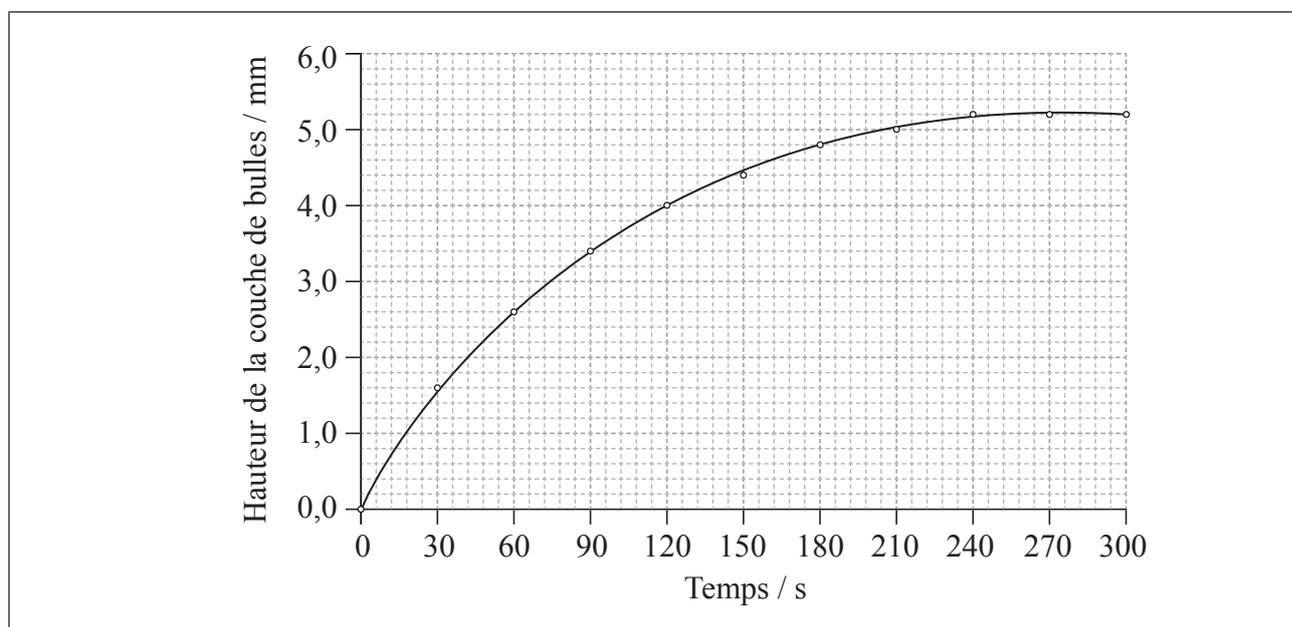
SECTION A

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

1. Le peroxyde d'hydrogène,  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ , libère de l'oxygène gazeux,  $\text{O}_2(\text{g})$ , lorsqu'il se décompose selon l'équation ci-dessous.



On place  $50,0 \text{ cm}^3$  d'une solution de peroxyde d'hydrogène dans un tube à ébullition, et on ajoute une goutte de détergent liquide afin de créer une couche de bulles à la surface de la solution de peroxyde d'hydrogène, à mesure que l'oxygène gazeux est libéré. Le tube est placé dans un bain d'eau à  $75^\circ\text{C}$  et on mesure la hauteur de la couche de bulles toutes les trente secondes. On trace un graphique de la hauteur de la couche de bulles en fonction du temps.



- (a) Expliquez pourquoi la courbe atteint un maximum.

[1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 1)

- (b) À l'aide du graphique, calculez la vitesse de décomposition du peroxyde d'hydrogène à 120 s. [3]

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

- (c) La décomposition du peroxyde d'hydrogène pour former de l'eau et de l'oxygène est une réaction redox.

- (i) Déduisez les nombres d'oxydation de l'oxygène présent dans chacune des espèces ci-dessous. [2]

Espèce	Nombre d'oxydation de l'oxygène
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
H <sub>2</sub> O	
O <sub>2</sub>	

- (ii) Exprimez deux demi-équations pour la décomposition du peroxyde d'hydrogène. [2]

Oxydation :  
.....

Réduction :  
.....



2. Une étudiante a ajouté  $7,40 \times 10^{-2}$  g de magnésium en rubans à  $15,0 \text{ cm}^3$  d'acide chlorhydrique  $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$ . Elle a recueilli l'hydrogène gazeux produit, à l'aide d'une seringue à gaz, à  $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$  et à  $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

(a) Exprimez l'équation de la réaction entre le magnésium et l'acide chlorhydrique. [1]

.....

(b) Déterminez le réactif limitant. [3]

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

(c) Calculez le rendement théorique de production de l'hydrogène gazeux :

(i) en mol. [1]

.....  
.....

(ii) en  $\text{cm}^3$ , dans les conditions mentionnées de température et de pression. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question 2)*

- (d) Le volume d'hydrogène réellement mesuré est inférieur au volume calculé théoriquement. Suggérez **deux** raisons qui expliquent pourquoi le volume d'hydrogène gazeux obtenu est moindre. [2]

.....

.....

.....

.....



3. On peut déterminer expérimentalement les enthalpies de réseau à l'aide du cycle de Born-Haber et de calculs théoriques fondés sur des principes électrostatiques.

(a) Les enthalpies de réseau expérimentales des chlorures de lithium, LiCl, de sodium, NaCl, de potassium, KCl, et de rubidium, RbCl, sont données au Tableau 13 du Recueil de Données. Expliquez les tendances dans les valeurs. [2]

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

(b) Expliquez pourquoi le chlorure de magnésium, MgCl<sub>2</sub>, possède une enthalpie de réseau beaucoup plus grande que le chlorure de sodium, NaCl. [2]

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

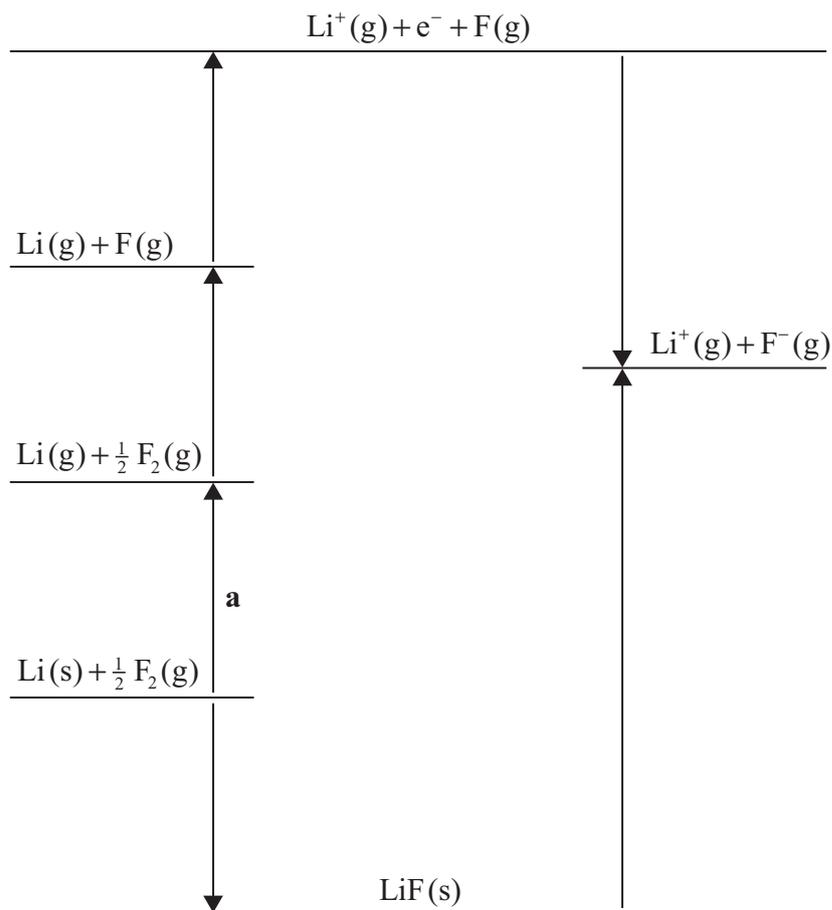
*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question 3)

- (c) (i) Identifiez le processus marqué **a** sur le cycle de Born–Haber pour la détermination de l’enthalpie standard de formation du fluorure de lithium, LiF. [1]

.....



- (ii) La variation d’enthalpie pour le processus **a** est de  $+159 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Calculez l’enthalpie standard de formation du fluorure de lithium, LiF, à l’aide de cette valeur et d’autres valeurs du Recueil de Données. [2]

.....

.....

.....

.....



4. Dessinez les structures de Lewis, prédisez la forme et déduisez les angles de liaison pour le tétrafluorure de xénon et l'ion nitrate.

[6]

Espèce	Structure de Lewis	Forme	Angle de liaison
$\text{XeF}_4$			
$\text{NO}_3^-$			



5. (a)  $^{131}\text{I}$  est un isotope radioactif de l'iode.

(i) Définissez le terme *isotope*.

[1]

.....  
.....

(ii) Identifiez **une** utilisation de l'iode-131 en médecine et expliquez pourquoi il est potentiellement dangereux.

[2]

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

(b) Discutez de l'utilisation du carbone-14 dans la datation au radiocarbone.

[3]

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



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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



6. Exprimez et expliquez si les solutions de chacun des composés suivants sont acides, basiques ou neutres. [4]



.....  
.....



.....  
.....



**SECTION B**

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

7. (a) Un composé organique, **X**, dont la masse molaire est approximativement  $88 \text{ g mol}^{-1}$  contient 54,5 % de carbone, 36,3 % d'oxygène et 9,2 % d'hydrogène en masse.

(i) Distinguez les termes *formule empirique* et *formule moléculaire*. [2]

Formule empirique :

.....

.....

Formule moléculaire :

.....

.....

(ii) Déterminez la formule empirique de **X**. [2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Déterminez la formule moléculaire de **X**. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

(iv) **X** est un acide carboxylique à chaîne linéaire. Dessinez sa formule structurale. [1]

(v) Dessinez la formule structurale d'un isomère de **X** qui est un ester. [1]

(vi) L'acide carboxylique contient deux liaisons carbone-oxygène différentes. Identifiez quelle liaison est la plus forte et laquelle est la plus longue. [2]

Liaison la plus forte :

.....

Liaison la plus longue :

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (vii) Prédisez et expliquez la longueur et l'énergie de liaison des liaisons carbone-oxygène dans  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$ . [3]

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

- (b) (i) Exprimez la signification du terme *hybridation*. [1]

.....  
.....

- (ii) Décrivez l'hybridation de l'atome de carbone dans le méthane et expliquez comment le concept d'hybridation peut être utilisé pour expliquer la forme de la molécule de méthane. [3]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 7)

- (iii) Identifiez l'hybridation des atomes de carbone dans le diamant et dans le graphite et expliquez pourquoi le graphite est un conducteur électrique. [3]

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

- (c) (i) Le chlorure d'aluminium,  $Al_2Cl_6$ , ne conduit pas l'électricité quand il est fondu, mais l'oxyde d'aluminium,  $Al_2O_3$ , le fait. Expliquez cette différence entre les deux composés en termes de structures et de liaisons. [4]

$Al_2Cl_6$  :

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

$Al_2O_3$  :

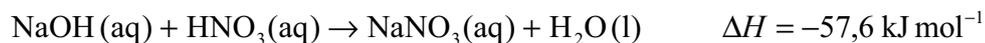
.....  
.....  
.....  
.....

- (ii) Décrivez la réaction entre le chlorure d'aluminium et l'eau. [2]

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



8. (a) L'équation de la réaction entre l'hydroxyde de sodium, NaOH, et l'acide nitrique, HNO<sub>3</sub>, est illustrée ci-dessous.



- (i) Esquissez et légendez un diagramme enthalpique pour cette réaction. [3]

- (ii) Déduisez si les réactifs ou les produits sont plus stables du point de vue énergétique, en exprimant votre raisonnement. [1]

.....

.....

- (iii) Calculez la variation d'énergie thermique, en kJ, quand on ajoute 50,0 cm<sup>3</sup> d'une solution d'hydroxyde de sodium 2,50 mol dm<sup>-3</sup> à de l'acide nitrique en excès. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

- (b) Lorsqu'on ajoute du chlorure d'ammonium,  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$ , à du carbonate de sodium solide,  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ , en excès, il se produit une réaction acide-base. Des bulles de gaz se forment et la masse de carbonate de sodium solide diminue. Exprimez **une** différence qu'on pourrait observer si l'on utilisait de l'acide nitrique,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ , au lieu de chlorure d'ammonium. [1]

.....  
.....

- (c) Lorsqu'on ajoute 5,35 g de chlorure d'ammonium,  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  à 100,0  $\text{cm}^3$  d'eau, la température de l'eau diminue de 19,30 °C à 15,80 °C. Déterminez la variation d'enthalpie, en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , accompagnant la dissolution du chlorure d'ammonium dans l'eau. [3]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 8)

- (d) Une solution d'ammoniac a une concentration de  $0,500 \text{ mol dm}^{-3}$ .

Calculez le pH de la solution d'ammoniac à l'aide des informations du Tableau 15 du Recueil de Données. Exprimez **une** supposition faite.

[4]

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

- (e) On prépare une solution tampon à l'aide de  $25,0 \text{ cm}^3$  d'acide nitrique,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ ,  $0,500 \text{ mol dm}^{-3}$  et de  $25,0 \text{ cm}^3$  d'une solution d'ammoniac,  $\text{NH}_3(\text{aq})$ ,  $1,00 \text{ mol dm}^{-3}$ .

- (i) Exprimez la signification du terme *solution tampon*.

[1]

.....  
.....

- (ii) Calculez les concentrations de l'ammoniac et de l'ion ammonium dans la solution tampon.

[2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



*(Suite de la question 8)*

(iii) Déterminez le pH de la solution tampon à 25 °C. [2]

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

(iv) Expliquez pourquoi le pH de la solution tampon est différent du pH de la solution d'ammoniac calculé dans la partie (d). [1]

.....  
.....

(v) Expliquez l'action de la solution tampon lorsqu'on ajoute quelques gouttes de solution d'acide nitrique. [2]

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

*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question 8)

(f) Le vert de bromocrésol est un indicateur acide–base. Les informations concernant le vert de bromocrésol sont données au Tableau 16 du Recueil de Données.

(i) Identifiez la propriété du vert de bromocrésol qui le rend approprié pour un usage comme indicateur acide–base. [1]

.....  
.....

(ii) Exprimez et expliquez la relation entre la zone de pH du vert de bromocrésol et sa valeur de  $pK_a$ . [2]

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



9. (a) Les métaux de transition présentent des états d'oxydation variables dans leurs complexes.

(i) Exprimez la configuration électronique **complète** de Fe. [1]

.....  
.....

(ii) Exprimez la configuration électronique **abrégée** des ions Fe<sup>3+</sup>. [1]

.....  
.....

(iii) Les ions cyanure, CN<sup>-</sup>, peuvent jouer le rôle de ligand. [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup> est un ion complexe qui comporte l'ion cyanure. Identifiez la propriété de l'ion cyanure qui lui permet d'agir en tant que ligand et expliquez la liaison qui se forme dans l'ion complexe en termes de théorie acide-base. Décrivez la structure de l'ion complexe, [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>. [4]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

(iv) Expliquez pourquoi les complexes de  $\text{Fe}^{3+}$  sont colorés. [2]

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

(b) Le procédé de contact permet de convertir  $\text{SO}_2(\text{g})$  en  $\text{SO}_3(\text{g})$  au cours de la production de l'acide sulfurique. La réaction est exothermique.

(i) Exprimez l'équation pour la production de  $\text{SO}_3(\text{g})$  à partir de  $\text{SO}_2(\text{g})$ . [1]

.....  
.....

(ii) Identifiez un catalyseur utilisé dans le procédé de contact. [1]

.....

(iii) Expliquez l'effet du catalyseur sur la vitesse de réaction. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

- (iv) Les catalyseurs coûtent très cher. Suggérez **deux** avantages économiques de l'utilisation du catalyseur pour augmenter la vitesse de la réaction dans le procédé de contact. [2]

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

- (v) Prédisez et expliquez si l'entropie augmente ou diminue au cours de la formation de SO<sub>3</sub>. [2]

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

- (vi) Exprimez et expliquez si la formation de SO<sub>3</sub> est plus spontanée ou moins spontanée à des températures plus élevées. [3]

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

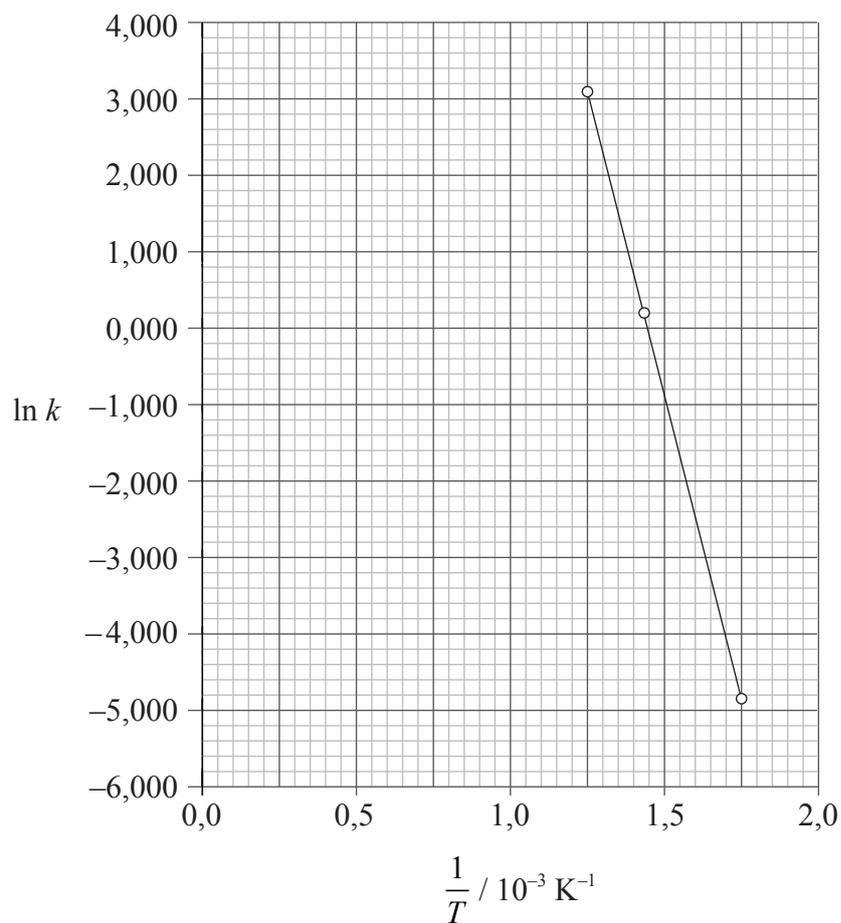
(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

- (c) La réaction entre le monoxyde de carbone,  $\text{CO}(\text{g})$ , et le dioxyde d'azote,  $\text{NO}_2(\text{g})$ , a été étudiée à différentes températures et un graphique a été tracé de  $\ln k$  en fonction de  $\frac{1}{T}$ . Il a été montré que l'équation de la ligne d'ajustement optimal est :

$$\ln k = -1,60 \times 10^4 \left( \frac{1}{T} \right) + 23,2$$



(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 9)

- (i) L'équation d'Arrhenius est illustrée au Tableau 1 du Recueil de Données. Identifiez les symboles  $k$  et  $A$ . [2]

$k$ : .....
$A$ : .....

- (ii) Calculez l'énergie d'activation,  $E_a$ , pour la réaction entre  $\text{CO}(\text{g})$  et  $\text{NO}_2(\text{g})$ . [2]

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

- (iii) Calculez la valeur numérique de  $A$ . [2]

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



10. (a) Les esters et les amides peuvent être formés par des réactions de condensation.

(i) Exprimez les noms de **deux** composés organiques requis pour former le méthanoate d'éthyle et exprimez les conditions de réactions appropriées. [2]

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

(ii) Déduisez la structure de l'unité structurale répétitive la plus simple du polymère formé par la réaction entre le 1,6-diaminohexane et l'acide hexane-1,6-dioïque et exprimez **une** utilisation de ce produit. [3]

.....  
.....

*(Suite de la question à la page suivante)*



(Suite de la question 10)

(b) Dans certaines conditions, le but-2-ène peut réagir avec l'eau pour former le butan-2-ol.

(i) Identifiez un catalyseur approprié pour cette réaction. [1]

.....  
.....

(ii) On peut convertir le but-2-ène en 2-bromobutane, puis en butan-2-ol, de la façon suivante :



Identifiez le(s) réactif(s) et les conditions nécessaires pour chacune des étapes I et II. [4]

Étape I :

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

Étape II :

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

(iii) Exprimez et expliquez comment la vitesse de l'étape II pourrait être différente si le 2-chlorobutane était utilisé au lieu du 2-bromobutane. [1]

.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 10)

(c) Les halogénoalcanes peuvent être classés en primaires, secondaires ou tertiaires.

(i) Exprimez la signification du terme *isomères*.

[1]

.....  
.....

(ii) Déduisez les formules structurales du 2-bromobutane et du 1-bromo-2-méthylpropane, et identifiez chaque molécule en tant que primaire, secondaire ou tertiaire.

[4]

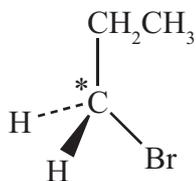
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question 10)

(d) Le 1-bromopropane subit une réaction de substitution avec le cyanure de potassium.



(i) Expliquez pourquoi la substitution se produit sur l'atome de carbone marqué d'un \*C. [1]

.....

.....

(ii) Expliquez le mécanisme de la réaction en utilisant des flèches courbes pour représenter le mouvement des paires d'électrons au cours de la substitution. [4]

(Suite de la question à la page suivante)



Tournez la page

(Suite de la question 10)

- (iii) Déduisez le(s) réactif(s) et le catalyseur nécessaires pour convertir le produit de la réaction de substitution en une amine. [2]

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

- (e) Le 1-bromopropane réagit avec l'hydroxyde de sodium dissous dans l'éthanol chaud, lorsqu'il est chauffé à reflux. Exprimez une équation de cette réaction. [2]

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



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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



3132

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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



3232