

CHIMIE
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 3

Vendredi 11 mai 2007 (matin)

1 heure 15 minutes

Numéro de session du candidat

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

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Écrivez votre numéro de session dans la case ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions de deux des options dans les espaces prévus à cet effet. Vous pouvez rédiger vos réponses sur des feuilles de réponses supplémentaires. Écrivez votre numéro de session sur chaque feuille de réponses que vous avez utilisé et joignez-les à cette épreuve écrite et à votre page de couverture en utilisant l'attache fournie.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les lettres des options auxquelles vous avez répondu ainsi que le nombre de feuilles utilisées dans les cases prévues à cet effet sur la page de couverture.



Option B – Les médicaments et les drogues

B1. La détection de l'éthanol dans l'organisme humain peut s'opérer de plusieurs manières.

- (a) Expliquez comment fonctionne l'alcotest routier et décrire le changement de couleur qui s'observe en cas de test positif. [2]

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

- (b) Expliquez comment l'alcool est détecté à l'aide d'un éthylomètre. [2]

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



B2. Les structures de quelques stimulants se trouvent dans la Table 21 du recueil de données de chimie.

(a) Comparez les structures de la caféine et de la nicotine du point de vue des groupements fonctionnels présents. [2]

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

(b) Discutez brièvement **deux** effets à court terme liés au fait de fumer du tabac. [2]

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



B3. (a) Décrivez les différences entre les modes de multiplication des bactéries et des virus. [2]

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

(b) Résumez **deux** modes d'action des médicaments antiviraux. [2]

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

(c) Expliquez pourquoi un traitement efficace du SIDA est difficile à l'aide des médicaments antiviraux. [2]

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



B4. Les structures de l'adrénaline et du cisplatine sont représentées dans la Table 21 du recueil de données de chimie. Les deux composés existent sous forme de stéréoisomères.

- (a) Décrivez la caractéristique structurale de la molécule d'adrénaline responsable de ce type d'isométrie. [1]

.....
.....

- (b) À l'aide de schémas, représentez les structures de ces deux stéréoisomères, en montrant clairement la relation entre eux. Utilisez le symbole **X** pour représenter le cycle benzénique et les groupes OH qu'il porte. [2]

- (c) (i) Identifiez les **deux** types de liaisons présents dans la molécule de cisplatine et prédire sa forme et la valeur de l'angle de la liaison Cl–Pt–Cl. [3]

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

- (ii) Représentez la structure du stéréoisomère du cisplatine. [1]



B5. (a) Distinguez les modes d'action des anesthésiques locaux et des anesthésiques généraux. [2]

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

(b) Un mélange anesthésique contient 0,150 mol de cyclopropane et 1,10 mol d'oxygène sous une pression totale de 105 kPa. Calculez la pression partielle (en kPa) du cyclopropane dans ce mélange. [2]

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



Option C – Biochimie humaine

- C1.** (a) Les structures des acides aminés glycine et sérine sont représentées dans la Table 20 du recueil de données de chimie. Représentez la structure de l'un des dipeptides formés lorsqu'une molécule de glycine réagit avec une molécule sérine. Montrer toutes les liaisons qui participent à la liaison entre les deux molécules. [2]

- (b) La structure d'une protéine peut être analysée au moyen de la chromatographie sur papier.

- (i) Décrivez le traitement qu'une protéine doit subir avant d'être soumise à une chromatographie et expliquer pourquoi ce traitement est nécessaire. [2]

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

- (ii) Expliquez comment la chromatographie est utilisée pour identifier individuellement les acides aminés. [4]

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



C2. Les graisses et les huiles sont formées par la réaction d'acides gras avec le glycérol.

- (a) Résumez **deux** différences structurales entre les graisses saturées et les graisses insaturées. [2]

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

- (b) Expliquez pourquoi les graisses saturées ont une température de fusion supérieure à celle des graisses insaturées ayant des masses molaires moléculaires comparables. [2]

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

C3. Les structures de quelques hormones sont représentées dans la Table 22 du recueil de données de chimie.

- (a) Identifiez **une** hormone ayant un squelette stéroïdien, indiquer où elle est produite et décrire brièvement son rôle spécifique dans l'organisme. [2]

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

- (b) Identifiez **une** hormone ayant un squelette non-stéroïdien, indiquer où elle est produite et décrire brièvement son rôle spécifique dans l'organisme. [2]

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



C4. (a) En référence au site actif, expliquez comment les enzymes sont capables de catalyser des réactions biologiques. [3]

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

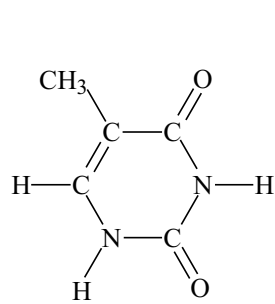
(b) Exprimez et expliquez l'effet d'une augmentation progressive de la température de 10 °C à 60 °C sur la vitesse d'une réaction catalysée par une enzyme. [4]

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

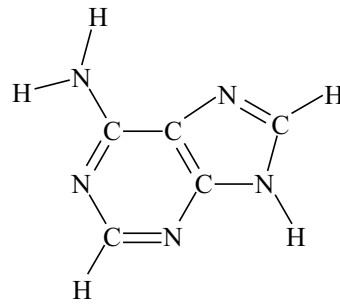


C5. Les structures des quatre bases organiques présentes dans l'ADN sont représentées ci-dessous.

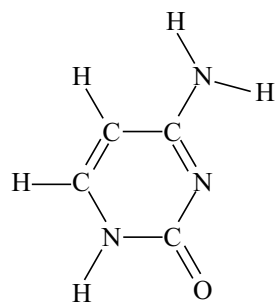
À l'aide de traits pointillés, représenter les liaisons par pont d'hydrogène qui s'établissent entre la thymine et l'adénine et entre la cytosine et la guanine. [2]



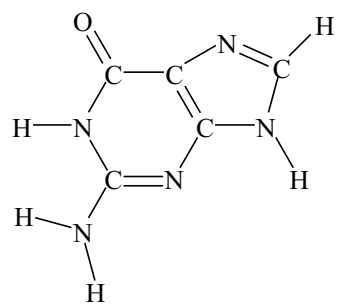
thymine



adénine



cytosine



guanine



Option D – Chimie de l'environnement

D1. L'effet de serre qui se produit naturellement peut être résumé par les étapes suivantes.

- I. Environ la moitié du rayonnement qui pénètre dans l'atmosphère terrestre est absorbé par la surface de la Terre.
- II. Le rayonnement absorbé est réémis à partir de la surface terrestre.
- III. Les gaz à effet de serre de l'atmosphère terrestre absorbent le rayonnement émis par la surface de la Terre et le renvoient vers la surface terrestre.

(a) (i) Identifiez la région du spectre dont provient la plus grande partie du rayonnement absorbé au cours de l'étape I. [1]

.....

(ii) Identifiez la région du spectre dont provient la plus grande partie du rayonnement de l'étape II. [1]

.....

(iii) Expliquez au niveau moléculaire comment les gaz à effet de serre absorbent le rayonnement dans l'étape III. [1]

.....

.....

.....

(iv) L'expression *Effet de serre amplifié* est parfois utilisée pour décrire l'effet de renforcement qu'exerce l'activité humaine sur le phénomène naturel. En référence à l'une des étapes décrites ci-dessus, expliquez pourquoi l'effet de serre pourrait s'amplifier. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) « Le dioxyde de carbone est le gaz à effet de serre le plus significatif ».
« Le méthane est un gaz à effet de serre plus important que le dioxyde de carbone ».
Expliquez de quelle manière ces deux propositions peuvent être considérées comme correctes. [2]

.....

.....

.....

.....



- D2.** (a) Les valeurs du pH de cinq liquides valent 1,2 ; 4,2 ; 5,2 ; 6,2 et 7,2. Identifiez les **deux** valeurs qui correspondent le plus probablement au pH d'une pluie acide. [1]

.....

- (b) Identifiez un oxyde responsable des pluies acides et écrire une équation traduisant sa réaction avec l'eau. [2]

.....

.....

- (c) Exprimez **deux** moyens permettant de réduire les émissions de l'oxyde identifié en (b). [2]

.....

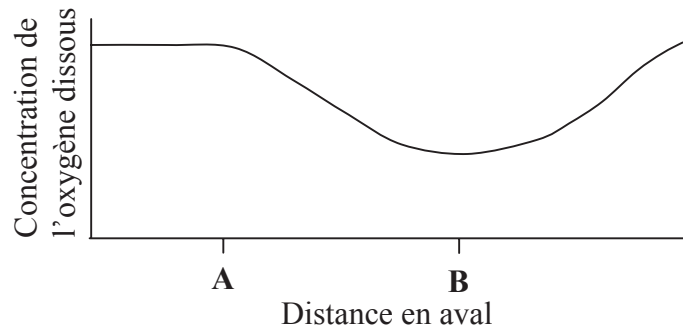
.....

.....

.....



- D3.** Le graphique ci-dessous représente la variation de la concentration d'oxygène dissous dans le cours d'une rivière.



- (a) Expliquez la signification du terme *demande biologique en oxygène* (DBO). [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) En justifiant la réponse, identifiez en quel point, **A** ou **B**, la DBO est la plus élevée. [1]

.....

.....

- (ii) Suggérez une raison qui pourrait justifier la variation de la quantité d'oxygène dissous entre les points **A** et **B**. [1]

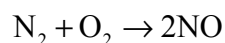
.....

.....



D4. Cette question concerne quelques réactions qui interviennent dans la pollution de l'air.

- (a) Nommez la molécule formée au cours de la réaction ci-dessous. Classez ce composé dans la catégorie des polluants primaires ou des polluants secondaires et décrivez un processus qui pourrait provoquer cette réaction. [2]



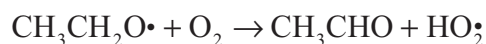
.....

.....

.....

.....

- (b) Nommez la molécule formée au cours de la réaction ci-dessous. Classez ce composé dans la catégorie des polluants primaires ou des polluants secondaires, et exprimez expliquez la signification du symbole • figurant dans la formule de l'autre produit l'espèce correspondante. [3]



.....

.....

.....

.....

.....

D5. Le trichlorofluorométhane, CCl_3F , est un CFC responsable de la déplétion de l'ozone atmosphérique. Il est impliqué dans un mécanisme à trois étapes, décrit ci-dessous.

- I. Le composé se décompose sous l'effet de la lumière ultraviolette pour former des radicaux.
- II. L'ozone est convertie en $\text{ClO}\cdot$.
- III. Les atomes d'oxygène interviennent dans la formation de $\text{Cl}\cdot$.

Écrivez des équations pour illustrer chaque étape de ce mécanisme et expliquez pourquoi une molécule de CFC est capable de détruire un grand nombre de molécules d'ozone. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Option E – Les industries chimiques

- E1.** Identifiez **deux** matières premières qui sont mélangées au minerai de fer dans le haut-fourneau. Pour chacune d'elles, résumez le but poursuivi et écrire une équation pour montrer ce qu'elle devient dans le haut-fourneau. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- E2. (a)** Environ 90 % des produits raffinés issus du pétrole brut sont utilisés dans un but principal. Identifiez ce but et expliquer pourquoi les 10 % restants sont d'une grande importance. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b)** Déduisez l'équation du craquage de C_8H_{18} , sachant qu'il se forme un alcène et un alcane dans le rapport 2 : 1. [1]

.....

.....

- (c)** Expliquez pourquoi le soufre et ses composés sont éliminés du pétrole brut et identifier une industrie qui utilise ce soufre. [2]

.....

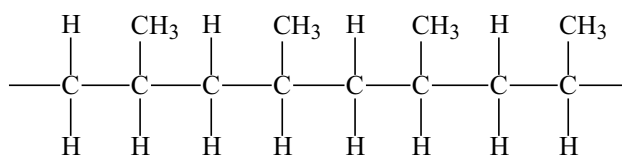
.....

.....

.....



E3. Le schéma ci-dessous représente un fragment d'un polymère.



- (a) (i) Les polymères **A** et **B** présentent tous deux la structure schématisée ci-dessus, mais la longueur moyenne de la chaîne de **A** est nettement supérieure à celle de **B**. Suggérez **deux** propriétés physiques qui seraient différentes pour **A** et pour **B**. [2]

.....

- (ii) Les polymères **A** et **B** présentent tous deux des structures isotactiques. Un polymère **C** est fabriqué à partir du même monomère mais n'est pas isotactique. Exprimez le nom utilisé pour décrire cette structure différente et résumez en quoi cette structure se distingue. [2]

.....

- (b) Les polymères ont remplacé des matériaux plus traditionnels, comme les métaux ou le bois. Suggérez **une** propriété des polymères, différente dans chaque cas, qui fait des polymères des matériaux plus appropriés [2]

qu'un métal

.....

que le bois

.....



E4. Utilisez les informations de la Table 12 du recueil de données de chimie pour répondre aux questions suivantes.

- (a) Déduisez la température au dessus de laquelle l'oxyde de zinc peut se décomposer en ses éléments uniquement sous l'effet de la chaleur. Donnez une raison à l'appui de la réponse. [2]

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

- (b) Déduisez la température minimale nécessaire pour que l'oxyde de zinc soit converti en zinc en présence de carbone. [1]

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



- E5.** (a) Décrivez le procédé de production de soude par électrolyse, en incluant les réactifs, les conditions et les produits formés. Écrivez une équation pour traduire la réaction qui se produit à l'électrode positive (anode). [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Dans l'industrie de production de soude de par électrolyse, la cellule à mercure a été remplacée par des cellules moins polluantes.

- (i) Exprimez **un** effet nuisible lié à la libération de mercure dans l'environnement. [1]

.....

.....

- (ii) Décrivez **une** manière dont ces cellules moins polluantes permettent d'empêcher les produits de la réaction d'entrer en contact les uns avec les autres. Écrivez une équation pour traduire la réaction qui se produit à l'électrode négative (cathode) dans ces cellules. [2]

.....

.....

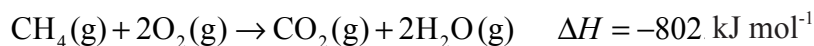
.....

.....



Option F – Les combustibles et l'énergie

F1. (a) Le méthane subit une combustion complète, selon la réaction suivante.



(i) Déterminez le pouvoir calorifique du méthane, en kJ g^{-1} . [1]

.....

(ii) La combustion complète de 20,0 g d'un échantillon de charbon a fourni une quantité de chaleur de 610 kJ. Déterminez le pouvoir calorifique, en kJ g^{-1} , de ce charbon. [1]

.....

(iii) Les données ci-dessus indiquent que le pouvoir calorifique du méthane est supérieur à celui du charbon. Exprimez **deux** autres raisons qui font du méthane un meilleur combustible que le charbon. [2]

.....

(iv) Expliquez pourquoi le charbon continuera à être utilisé comme combustible dans le futur. [1]

.....

(b) Écrivez une équation traduisant la gazéification du charbon au cours de laquelle un mélange de deux gaz inflammables est formé. [1]

.....



F2. Les réactions nucléaires peuvent être classées en réactions de désintégration, de fission ou de fusion. Une réaction de désintégration typique implique la perte d'une particule alpha ou bêta par un radionucléide.

Une réaction de fission typique implique le bombardement d'un noyau instable par des neutrons, pour conduire à la formation de deux noyaux plus petits et à l'émission de neutrons supplémentaires.

Une réaction typique de fusion implique la combinaison de deux petits noyaux pour former un noyau plus gros.

(a) Déduisez une équation nucléaire pondérée, dans laquelle figurent le numéro atomique et le nombre de masse de chaque espèce, pour chacun des exemples suivants.

(i) La désintégration du radium-226, pour former du radon-222. [1]

.....

(ii) La fission de l'uranium-235, pour former du lanthane-145 et du brome-88. [1]

.....

(iii) La fusion d'un noyau d'hydrogène ordinaire avec ^2H , pour former un noyau d'hélium. [1]

.....

(b) Comparez le comportement des particules alpha et bêta dans un champ électrique. [2]

.....



F3. Comparez les manières dont les maisons peuvent être chauffées en utilisant l'énergie solaire.
La réponse doit faire référence à :

- la distinction entre le chauffage solaire actif et passif ;
- la conversion directe et indirecte d'énergie solaire en électricité.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



F4. (a) Décrivez ce que signifie le terme *défait de masse*, en utilisant l'hélium comme exemple. [2]

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

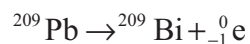
(b) Utilisez les informations des Tables 1 et 2 du recueil de données de chimie et les masses relatives fournies ci-dessous pour répondre à cette partie de la question. [3]

masse relative du proton = 1,007270

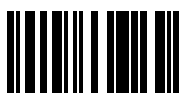
masse relative du neutron = 1,008665

masse relative de l'électron = 0,000549

Calculez la variation de masse (en kg mol^{-1}) qui se produit lors de la réaction suivante et calculez ensuite l'énergie libérée.



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



F5. Discutez de l'utilisation du silicium dans les cellules photovoltaïques, en faisant référence aux aspects suivants :

- les raisons pour lesquelles le silicium pur est un meilleur conducteur électrique que des non-métaux comme le phosphore et le soufre ;
- la différence entre un semi-conducteur de type-p réalisé en silicium et le silicium pur ;
- la manière dont la lumière solaire peut produire un courant électrique dans une cellule photovoltaïque.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Page vierge



Option G – Chimie analytique moderne

- G1.** (a) Décrivez ce qui se produit au niveau des particules fondamentales d'un atome lorsqu'il absorbe de la lumière visible. [1]

.....

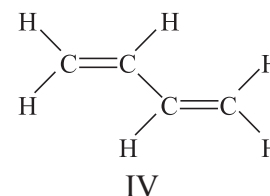
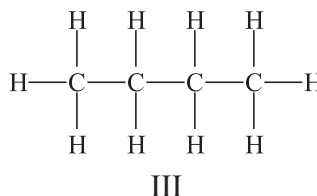
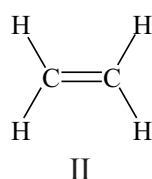
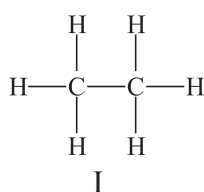
- (b) (i) En référence aux orbitales d d'un métal de transition, expliquez pourquoi les ions complexes sont colorés. [3]

.....

- (ii) Décrivez brièvement pourquoi des ligands différents produisent des couleurs différentes avec le même métal de transition. [2]

.....

- (c) Les structures de quatre hydrocarbures sont fournies ci-dessous.



- (i) Identifiez les composés qui absorbent le plus fortement le rayonnement ultraviolet. [1]

.....

- (ii) Identifiez le composé qui absorbe le rayonnement ultraviolet de longueur d'onde la plus élevée, en justifiant le choix opéré. [2]

.....



- G2.** (a) Décrivez ce qui se produit au niveau moléculaire lorsque des molécules, comme le dioxyde de carbone, absorbent un rayonnement infrarouge. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Les spectres **A** et **B** représentent les spectres infrarouges de deux des composés suivants :



- (i) En utilisant la Table 18 du recueil de données de chimie, identifiez les groupements responsables de l'absorption au voisinage de [1]

1050 cm^{-1}

1700 cm^{-1}

- (ii) En donnant une raison justifiant le choix opéré, déduisez quel composé parmi les trois correspond au spectre **A**. [2]

.....

.....

.....

- (iii) Expliquez pourquoi les deux autres composés ont tous deux des spectres infrarouges similaires. [1]

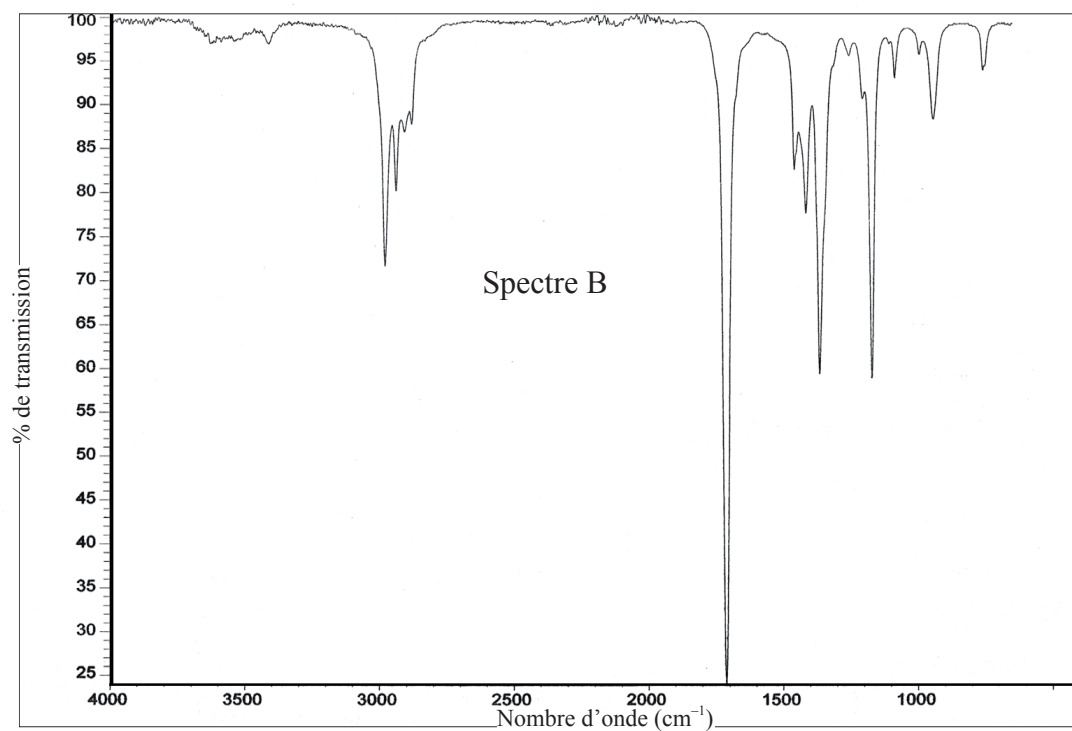
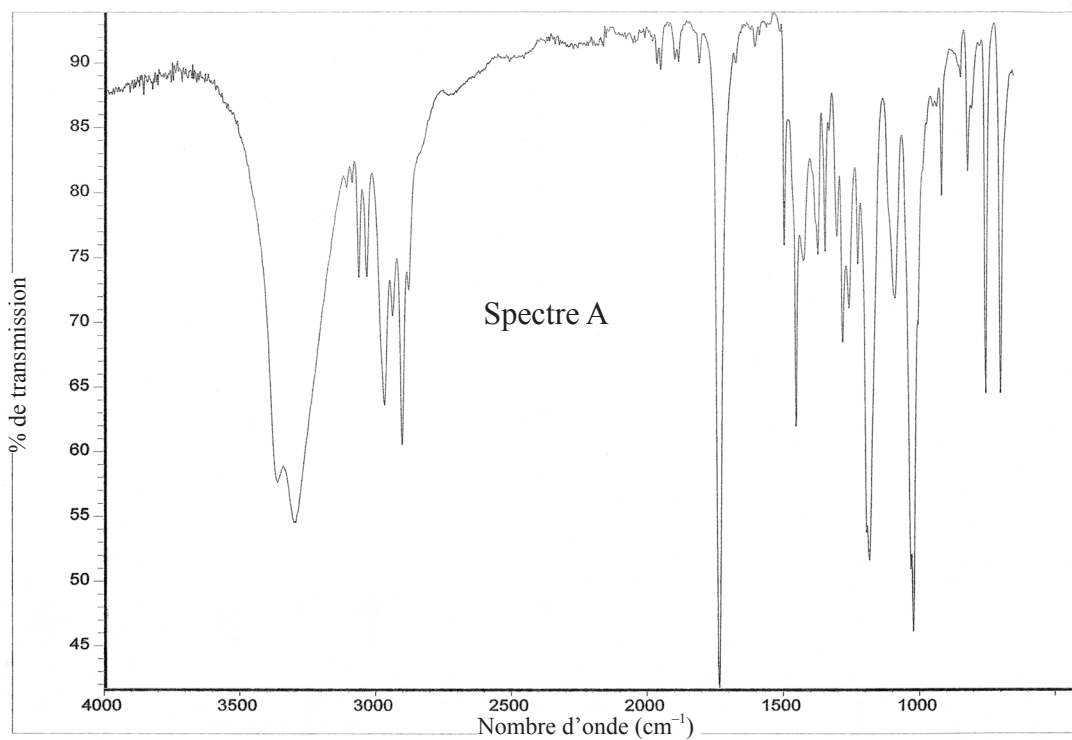
.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G2)

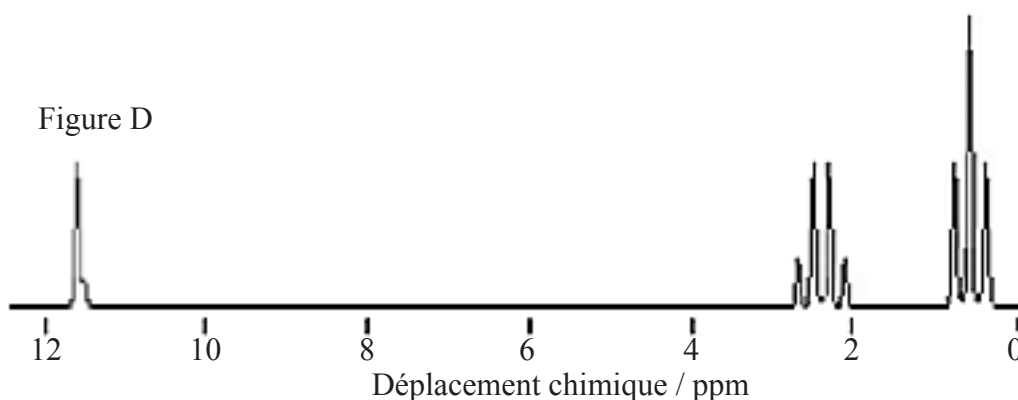
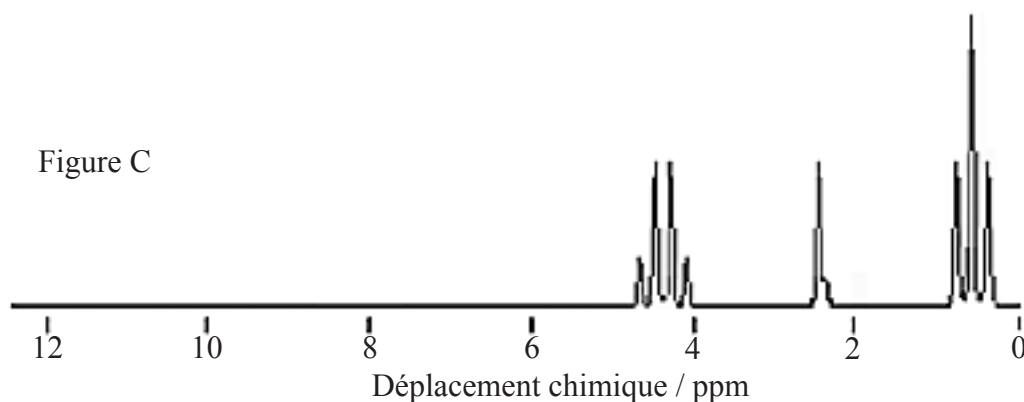


(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G2)

- (c) Les figures RMN ^1H **C** et **D** ci-dessous représentant les multiplicités et les déplacements chimiques des deux composés qui ont donné les spectres infrarouges **A** et **B**.



- (i) Exprimez l'information générale qui peut être déduite des trois types différents de démultiplication des pics observés dans ces spectres. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Expliquez comment les valeurs du déplacement chimique proches de δ 4,1 dans la figure **C** et de δ 11,5 dans la figure **D** peuvent servir à identifier les deux composés. Répondez à cette partie de la question en vous référant à la Table 19 du recueil de données de chimie. [2]

.....

.....

.....

.....



G3. La chromatographie sur papier et la chromatographie sur colonne peuvent servir d'exemples pour expliquer la différence entre l'absorption et la partition. Pour chacune de ces techniques chromatographiques :

- identifiez la phase stationnaire et la phase mobile ;
- identifiez comment es la phase mobile se déplace.

En donnant une raison à l'appui du choix opéré, identifiez celle des deux techniques qui est la plus appropriée pour récolter des échantillons provenant d'un mélange, en vue de poursuivre des analyses.

[5]

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



Option H – Chimie organique approfondie

H1. Plusieurs composés répondant à la formule moléculaire $C_3H_4Cl_2$ existent sous la forme d'isomères de structure, certains étant cycliques. Certains de ces isomères de structure sont des isomères géométriques.

- (a) Expliquez pourquoi l'isomérisation géométrique est possible pour des isomères non-cycliques. [1]

.....
.....

- (b) Représentez la structure d'un isomère de structure non-cyclique qui n'existe pas sous forme d'isomères géométriques et expliquez pourquoi l'isomérisation géométrique n'est pas possible pour ce composé. [2]

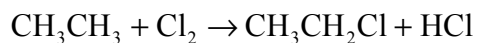
.....
.....

- (c) Le 1,3-dichloropropène existe sous forme d'isomères géométriques. Représentez, en les identifiant, les structures de ses isomères cis et trans. [2]

- (d) Représentez les structures des deux isomères géométriques du 1,2-dichlorocyclopropane. [2]



- H2. (a) L'équation suivante traduit une réaction de l'éthane.



Le mécanisme de cette réaction comprend les étapes d'initiation, de propagation et de terminaison. Décrivez cette réaction, en formulant les équations relatives à chaque étape et en précisant le rôle de la lumière ultraviolette.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Identifiez le produit organique résultant de la réaction entre le méthylbenzène et le chlore en présence de lumière ultraviolette.

[1]

.....

.....



H3. En présence de chlorure de fer (III), le méthylbenzène et le chlore réagissent ensemble dans un rapport 1 : 1.

- (a) Exprimez le type de mécanisme de cette réaction et écrivez une équation pour montrer comment le chlorure de fer (III) génère les espèces réactives. [2]

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

- (b) À l'aide d'équations, expliquez le mécanisme de cette réaction, en représentant par des flèches courbes les mouvements des paires électroniques. [4]



H4. La Table 16 du recueil de données de chimie fournit les valeurs de pK_a de composés organiques.

- (a) Écrivez une équation traduisant la dissociation du 2-nitrophénol en solution aqueuse. En référence à sa structure et à l'équation précédente, expliquez pourquoi le 2-nitrophénol est un acide plus fort que le phénol. [3]

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

- (b) Écrivez une équation pour montrer que la méthylamine se comporte comme une base en solution aqueuse. En référence à sa structure et à l'équation de sa dissociation, expliquez pourquoi la diméthylamine est une base plus forte que la méthylamine. [3]

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

