



22116121

**CHIMIE**
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 3

Mardi 10 mai 2011 (matin)

1 heure 15 minutes

Numéro de session du candidat

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

Code de l'examen

2	2	1	1	–	6	1	2	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

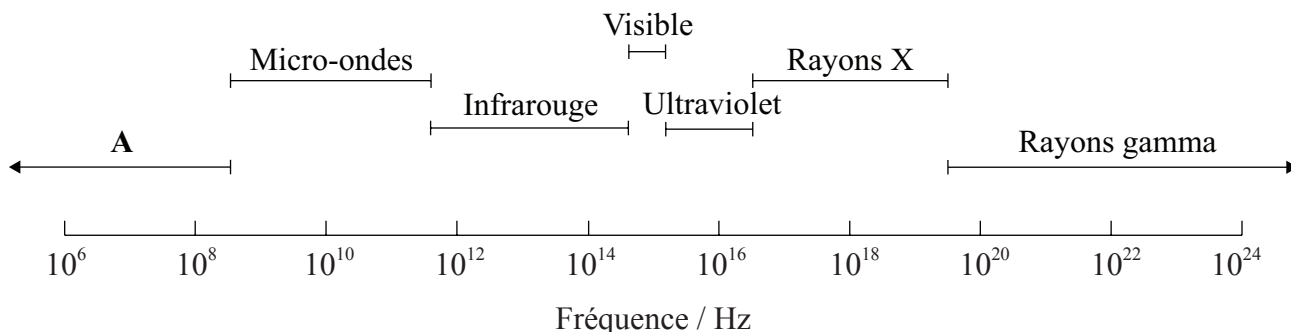
- Écrivez votre numéro de session dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions de deux des options.
- Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.



0144

Option A — Chimie analytique moderne

A1. Ci-dessous, quelques régions du spectre électromagnétique sont représentées par ordre croissant de fréquence.



(a) Identifiez la région **A**.

[1]

.....

(b) Identifiez les processus atomique ou moléculaire associés aux micro-ondes et au rayonnement ultraviolet.

[2]

Micro-ondes :

.....

Ultraviolet :

.....

(c) Expliquez pourquoi les absorptions en spectroscopie infrarouge (IR) se produisent à une fréquence beaucoup plus élevée que celles en spectroscopie de RMN ^1H .

[2]

.....

.....

.....

.....



A2. Les chimistes spécialistes en chimie inorganique, physique et organique utilisent couramment la spectroscopie infrarouge comme technique analytique.

- (a) Expliquez pourquoi le bromure d'hydrogène est actif en IR alors que le brome est inactif en IR.

[1]

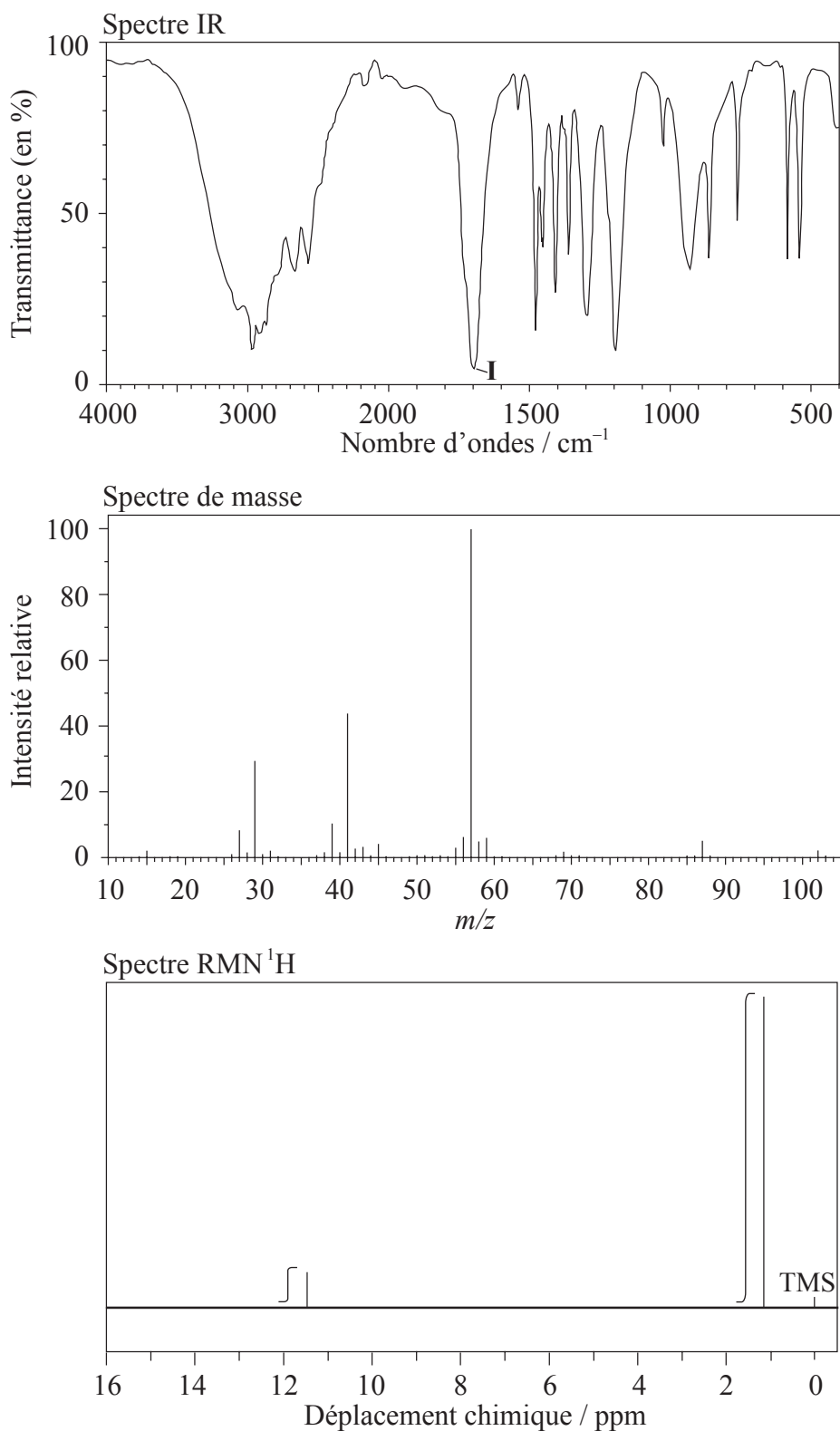
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A2)

- (b) Le spectre IR, le spectre de masse et le spectre RMN ^1H d'un composé inconnu, **X**, de formule moléculaire $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$, sont les suivants.



[Source: SDBSWeb: <http://riod01.ibase.aist.go.jp/sdbs/> (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)]

(Suite de la question à la page suivante)



0444

(Suite de la question A2)

- (i) Dans le spectre IR, identifiez la liaison responsable de l'absorption désignée par I. [1]

.....

- (ii) Dans le spectre de masse, déduisez à quels fragments correspondent les valeurs de m/z égales à 102 et 57. [2]

$m/z = 102$:

$m/z = 57$:

- (iii) Identifiez le pic à 11,5 ppm dans le spectre RMN ^1H . [1]

.....

- (iv) Exprimez quelle information on peut obtenir à partir de la courbe d'intégration dans le spectre de RMN ^1H concernant les atomes d'hydrogène responsables du pic à 1,2 ppm. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A2)

(v) Déduisez la structure de **X**.

[1]

(vi) $\text{HCOOC}(\text{CH}_3)_3$ est un isomère de **X**. Pour le spectre RMN¹H de cet isomère, déduisez le nombre total de pics (en excluant le pic du TMS à 0 ppm) et le rapport entre les aires des pics. Pour **chaque** pic, déduisez si c'est un singulet, un doublet, un triplet, un quadruplet ou s'il présente une multiplicité des pics plus complexe.

[3]

Nombre de pics (en excluant le pic du TMS à 0 ppm) :

.....

Rapport entre les aires des pics :

.....

Multiplicité des pics :

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A2)

- (vii) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ est un autre isomère de **X**. Pour le spectre RMN ^1H de cet isomère, déduisez le nombre total de pics (en excluant le pic du TMS à 0 ppm) et le rapport entre les aires des pics. Pour **chaque** pic, déduisez si c'est un singulet, un doublet, un triplet, un quadruplet ou s'il présente une multiplicité des pics plus complexe.

[3]

Nombre de pics (en excluant le pic du TMS à 0 ppm) :

.....

Rapport entre les aires des pics :

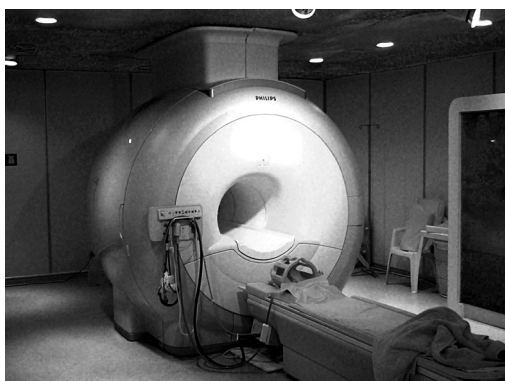
.....

Multiplicité des pics :

.....



- A3.** La spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN) est la base d'une technique de diagnostic médical appelée imagerie de résonance magnétique (IRM). L'instrument utilisé pour cette technique dans un hôpital est illustré ci-dessous.



[Source: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Modern_3T_MRI.JPG]

Expliquez le rôle de la RMN dans cette technique qui peut être utilisée pour obtenir une vue tridimensionnelle des organes dans le corps humain.

[2]

.....

.....

.....

.....



A4. La chromatographie gaz-liquide (CGL) est une technique analytique puissante. Résumez les principes de cette technique, à partir de l'injection de l'échantillon.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

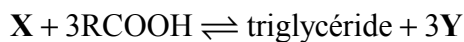
.....

.....



Option B — Biochimie humaine

- B1.** Les triglycérides constituent un des trois types de lipides présents dans l'organisme humain. L'équation suivante représente la formation d'un triglycéride.



- (a) Identifiez les composés **X** et **Y**.

[2]

X :

Y :

- (b) Dessinez la formule structurale d'un triglycéride formé d'une molécule de chacun des acides suivants : acide octanoïque, acide laurique et acide stéarique. Les formules des acides sont présentées au Tableau 22 du Recueil de Données.

[1]

- (c) Expliquez si le triglycéride de la partie (b) est un solide ou un liquide à température ambiante.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



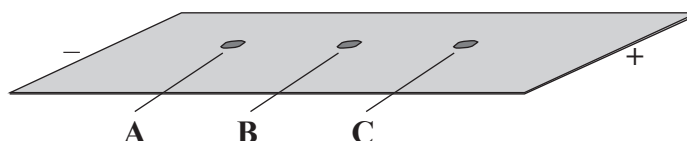
(Suite de la question B1)

- (d) Identifiez le type de réaction qui se produit au cours de la formation d'un triglycéride. [1]

.....



- B2.** (a) On sépare un mélange d'acides aminés constitué de sérine (Ser), d'acide glutamique (Glu) et de lysine (Lys) à l'aide de l'électrophorèse et d'un tampon de pH 5,7. On dépose une goutte contenant le mélange au centre du papier et on applique une différence de potentiel. On révèle les acides aminés et on obtient les résultats suivants.



- (i) Décrivez comment les taches d'acides aminés peuvent avoir été révélées. [1]

.....

.....

- (ii) Prédisez quel acide aminé est présent dans la tache **C**. Expliquez votre réponse. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) L'acide aminé de la tache **B** est à son point isoélectrique. Décrivez **une** caractéristique d'un acide aminé à son point isoélectrique. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

- (b) Expliquez, en vous servant d'équations, comment l'acide aminé glycine (Gly) peut agir comme un tampon. [2]

.....

.....

.....

.....

- B3.** Les ions cuivre jouent un rôle dans le transport des électrons. L'une des réactions qui se produisent est l'oxydation du glucose, $C_6H_{12}O_6$, pour former le dioxyde de carbone, CO_2 . Exprimez les demi-équations pour l'oxydation du glucose et la réaction associée qui fait intervenir les ions cuivre. [2]

.....

.....

.....

.....



B4. (a) L'ADN et l'ARN contiennent tous les deux un sucre pentose.

- (i) Exprimez les noms des sucres dans **chacun** des acides nucléiques et résumez comment leur structure chimique diffère. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Exprimez **une** autre différence de structure entre l'ADN et l'ARN. [1]

.....

- (b) (i) Résumez les étapes de l'identification par l'analyse de l'ADN. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B4)

(ii) Exprimez **une** application de l'identification par l'analyse de l'ADN.

[1]

.....
.....



Option C — La chimie dans l'industrie et la technologie

C1. L'aluminium et ses alliages sont largement utilisés dans l'industrie.

- (a) On obtient l'aluminium métallique par électrolyse de l'alumine dissoute dans la cryolite fondue.

(i) Expliquez le rôle de la cryolite fondue.

[1]

.....

.....

(ii) Exprimez la demi-équation pour la réaction qui a lieu à l'électrode positive (anode).

[1]

.....

- (b) Résumez **deux** façons différentes par lesquelles le dioxyde de carbone peut être formé au cours de la production de l'aluminium.

[2]

.....

.....

.....

.....



C2. Les catalyseurs peuvent être homogènes ou hétérogènes.

- (a) (i) Expliquez comment un catalyseur hétérogène peut augmenter la vitesse de la réaction entre le monoxyde de carbone, CO(g) , et le monoxyde d'azote, NO(g) . [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Résumez **un** inconvénient de l'utilisation d'un catalyseur hétérogène plutôt que d'un catalyseur homogène. [1]

.....

.....

- (b) Discutez **deux** facteurs qu'il faut prendre en considération quand on choisit un catalyseur pour un processus chimique particulier. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question C2)

- (c) (i) Exprimez le type de réaction pour laquelle un catalyseur de Ziegler-Natta est utilisé. [1]

.....

- (ii) Décrivez la composition d'un catalyseur de Ziegler-Natta. [2]

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



C3. Les affichages à cristaux liquides sont utilisés dans les montres à affichage numérique, les calculatrices et les ordinateurs portatifs.

- (a) Décrivez l'état de cristal liquide, en termes de réarrangement des molécules, et expliquez ce qui se passe quand la température augmente. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Discutez **trois** propriétés nécessaires pour qu'une substance soit utilisée dans les affichages à cristaux liquides. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

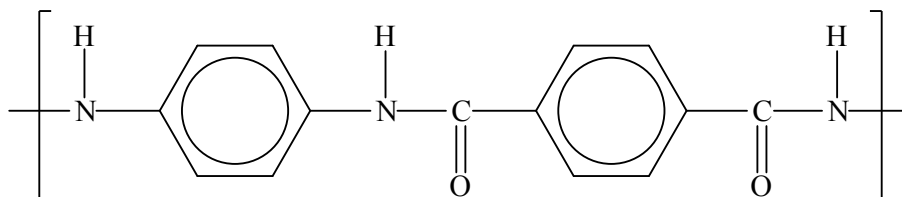
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question C3)

- (c) Le Kevlar est un polymère de condensation souvent utilisé dans les affichages à cristaux liquides. Une section du polymère est illustrée ci-dessous.



- (i) Décrivez les propriétés de cristal liquide du Kevlar. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Expliquez la force du Kevlar en termes de structure et de liaison. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Expliquez pourquoi les gilets pare-balles fabriqués en Kevlar doivent être rangés à l'abri des acides. [2]

.....

.....

.....

.....



Option D — Les médicaments et les drogues

D1. La morphine est un analgésique puissant qui est administré par voie parentérale.

- (a) Expliquez pourquoi la morphine est normalement injectée par voie intraveineuse. [1]

.....

- (b) La diacétylmorphine (héroïne) est un analgésique plus efficace que la morphine. Les structures de la morphine et de la diacétylmorphine sont illustrées au Tableau 20 du Recueil de Données. Expliquez, à l'échelle moléculaire, pourquoi la diacétylmorphine est absorbée dans les tissus adipeux plus rapidement que la morphine. [2]

.....

.....

.....

.....



D2. La caféine et la nicotine sont deux stimulants courants.

- (a) Décrivez **deux** effets sur l'organisme humain de la consommation de grandes quantités de caféine. [2]

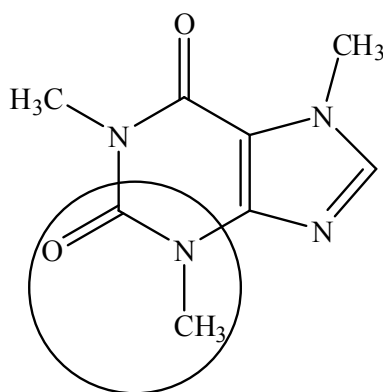
.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Exprimez le nom du groupement fonctionnel encerclé sur la structure de la caféine. [1]



.....

- (ii) Déduisez quel groupement fonctionnel est commun à la fois à la nicotine et à la caféine. [1]

.....



D3. Au cours du développement d'un médicament, des essais sont menés afin de déterminer l'intervalle thérapeutique.

- (a) Expliquez la signification du terme *intervalle thérapeutique* et discutez son importance dans l'administration des médicaments.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Expliquez l'utilisation de placebos dans les essais cliniques sur les humains.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Identifiez **un** autre effet d'un médicament qui doit être déterminé au cours des essais cliniques.

[1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question D3)

- (d) Dans les années 1950, la thalidomide a été administrée à des femmes enceintes, afin de soulager les nausées matinales. De nombreux enfants nés de ces femmes présentaient des malformations des membres. Exprimez la caractéristique structurale de la thalidomide responsable de ces différents effets et expliquez les conséquences que ce cas a engendrées sur le développement des médicaments. [2]

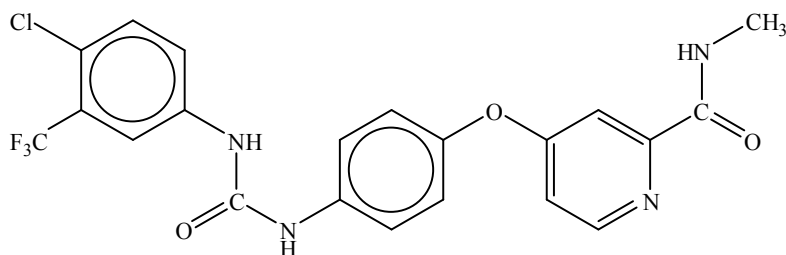
.....

.....

.....

.....

- (e) Le sorafénib, un médicament utilisé pour traiter les cancers du rein et du foie, a été produit à l'aide de techniques de chimie combinatoire. La structure du sorafénib est illustrée ci-dessous.



- (i) Décrivez de quelle manière la chimie combinatoire peut avoir été utilisée pour synthétiser le sorafénib. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Exprimez **un** avantage de la chimie en phase solide durant la synthèse combinatoire. [1]

.....



D4. Plusieurs drogues psychotropes présentent des similitudes dans leurs structures. Quelques structures sont illustrées au Tableau 20 du Recueil de Données.

- (a) Exprimez **une** similitude structurale et **une** différence entre la diéthylamide de l'acide lysergique (LSD) et la psilocybine.

[2]

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

- (b) Décrivez **deux** effets psychotropes à court terme du tétrahydrocannabinol (THC).

[2]

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



Option E — Chimie de l'environnement

E1. Le dioxyde de carbone, le méthane et les chlorofluorocarbures (CFC) sont des gaz à effet de serre bien connus. Le trifluorure d'azote, NF_3 , est un gaz dont le pouvoir réchauffant de l'atmosphère est des milliers de fois plus important que celui du dioxyde de carbone, à masse équivalente. Le NF_3 peut être utilisé dans la fabrication de puces d'ordinateurs et de cellules solaires photovoltaïques en couche mince.

- (a) Identifiez **deux** gaz à effet de serre qui ne sont pas mentionnés ci-dessus. Un des gaz que vous identifiez doit contenir un atome d'azote. Pour chaque gaz, exprimez sa source. [4]

Gaz à effet de serre 1 :

.....

Source :

.....

Gaz à effet de serre 2 :

.....

Source :

.....

- (b) Le méthane produit par les moutons et les vaches peut contribuer au réchauffement planétaire. En Australie, on considère que les moutons et les vaches produisent environ 14 % des émissions à effet de serre totales du pays. Expliquez comment se forme ce méthane. [1]

.....

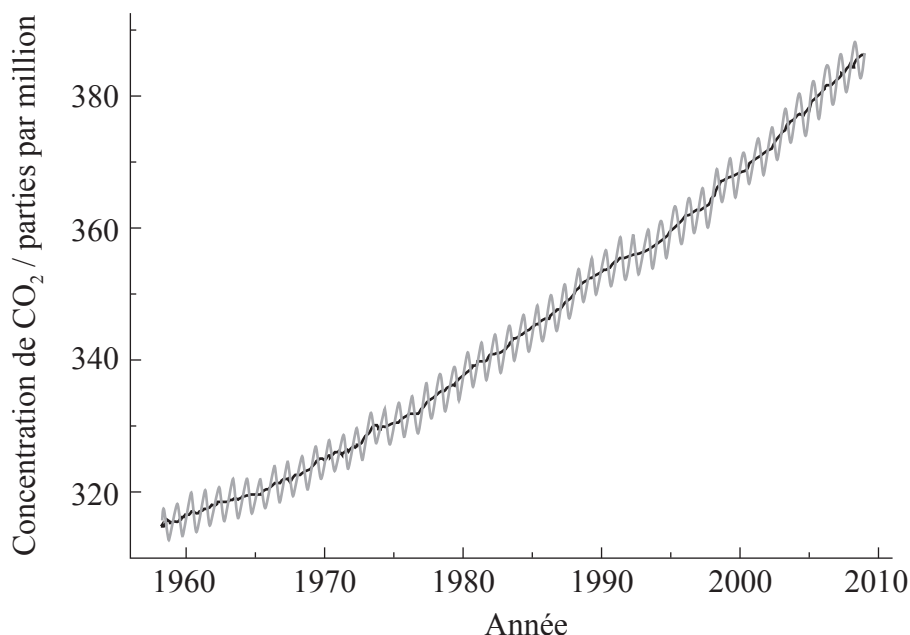
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E1)

- (c) Le graphique suivant montre l'augmentation annuelle de la concentration du dioxyde de carbone atmosphérique enregistrée à Mauna Loa, Hawaï.



[Source: http://scrippsco2.ucsd.edu/graphics_gallery/mauna_loa_record/mauna_loa_record.html]

Expliquez pourquoi le graphique n'est pas lisse, mais présente des fluctuations annuelles (illustrées en gris).

[1]

.....

.....

.....

- (d) Exprimez **un** effet du réchauffement planétaire.

[1]

.....

.....



E2. Les approvisionnements en eau douce sont d’une importance capitale pour la société à notre époque.

- (a) Le mercure et les biphényles polychlorés (BPC) peuvent avoir des effets graves sur la santé quand ils sont présents dans l’eau. Exprimez **une** source pour chacun de ces deux polluants.

[2]

Mercure :

.....

BPC :

.....

- (b) On peut obtenir de l’eau douce à partir d’eau de mer au moyen de la distillation par détente successives (détentes multi-étages) et de l’osmose inverse. Évaluez ces **deux** procédés. Votre réponse doit inclure une description de **chaque** procédé.

[5]

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



- E3.** (a) On constate que les eaux résiduaires industrielles sont hautement contaminées par les ions argent et plomb. Un échantillon d'eau contient $8,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ de Ag^+ et $1,9 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ de Pb^{2+} . L'addition d'ions chlorure à l'échantillon provoque la précipitation de AgCl ($K_{ps} = 1,8 \times 10^{-10}$) et de PbCl_2 ($K_{ps} = 1,7 \times 10^{-5}$). Déterminez la concentration de Cl^- nécessaire pour initier la précipitation de chaque sel et déduisez quel sel précipite en premier.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Exprimez ce que signifie le terme *capacité d'échange cationique* (CEC).

[1]

.....

.....

- (ii) Décrivez **deux** fonctions chimiques des matières organiques des sols (MOS).

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E3)

- (iii) Discutez de quelle manière les changements de pH des sols influent sur la disponibilité d'azote et de phosphore pour les plantes.

[3]

Azote :

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

Phosphore :

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



Option F — Chimie alimentaire

F1. (a) Le rancissement est la perception de saveurs dans les lipides, celles que nos sens perçoivent comme anormales, parce que ces produits ont une odeur, un goût, une texture ou une apparence désagréables. Le rancissement hydrolytique ou le rancissement oxydatif dans les lipides sont les processus qui créent ces saveurs anormales.

(i) Prédisez les produits du rancissement hydrolytique des graisses.

[2]

.....

.....

(ii) L'hydrolyse des produits du lait est utilisée dans la fabrication du fromage. Exprimez **deux** conditions qui augmentent la vitesse d'hydrolyse des graisses dans le lait.

[2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Les croustilles (chips) sont cuites dans des huiles formées à partir d'acides gras insaturés. Expliquez en termes de processus chimiques pourquoi les croustilles sont vendues en sachets opaques, scellés et remplis d'azote et ont meilleur goût quand les sacs sont fraîchement ouverts.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F1)

- (b) Les étapes d'initiation, de propagation et de terminaison se produisent dans le mécanisme radicalaire en chaîne au cours du rancissement oxydatif. Pour **chaque** étape, exprimez **une** équation appropriée.

[3]

Initiation :

.....

Propagation :

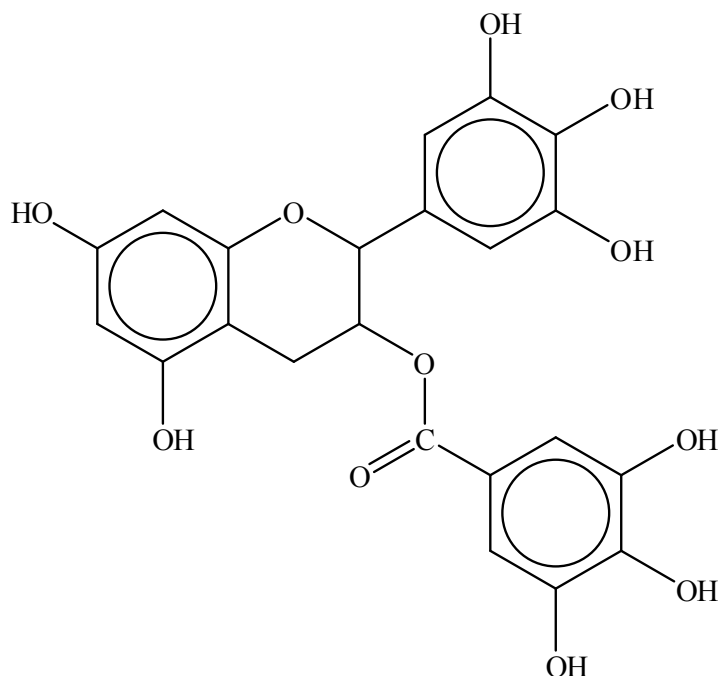
.....

Terminaison :

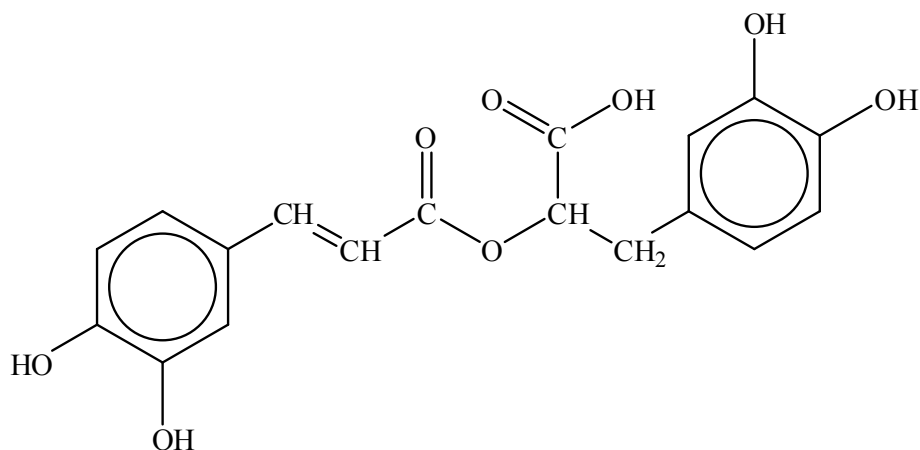
.....



- F2.** (a) Les antioxydants sont des substances qui ralentissent la vitesse d'oxydation des aliments et dont la consommation peut présenter des bienfaits pour la santé. Le thé vert et l'origan sont deux aliments traditionnels qui possèdent des propriétés antioxydantes. Le thé vert contient de l'épigallocatechine-3-gallate (EGCG) et l'origan contient de l'acide rosmarinique. Les structures de ces deux composés sont illustrées ci-dessous.



Épigallocatechine-3-gallate (EGCG)



Acide rosmarinique

- (i) Expliquez pourquoi l'EGCG et l'acide rosmarinique possèdent des propriétés antioxydantes.

[1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F2)

- (ii) Énumérez **deux** avantages pour la santé liés à la consommation d'aliments comme le thé vert et l'origan. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Les anthocyanines sont des pigments d'origine naturelle responsables de la couleur des myrtilles et des canneberges. Les structures de deux formes d'anthocyanines sont illustrées au Tableau 22 du Recueil de Données.

- (i) En vous servant des abréviations BQ pour base quinonique et CF⁺ pour cation flavylum, exprimez une équation pour décrire comment le pH détermine la couleur des anthocyanines. [1]

.....

- (ii) Suggérez pourquoi les myrtilles ne doivent pas être conservées dans des boîtes en aluminium. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F2)

- (c) Comparez les structures des pigments naturels chlorophylle et hème b, en vous servant du Tableau 22 du Recueil de Données.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

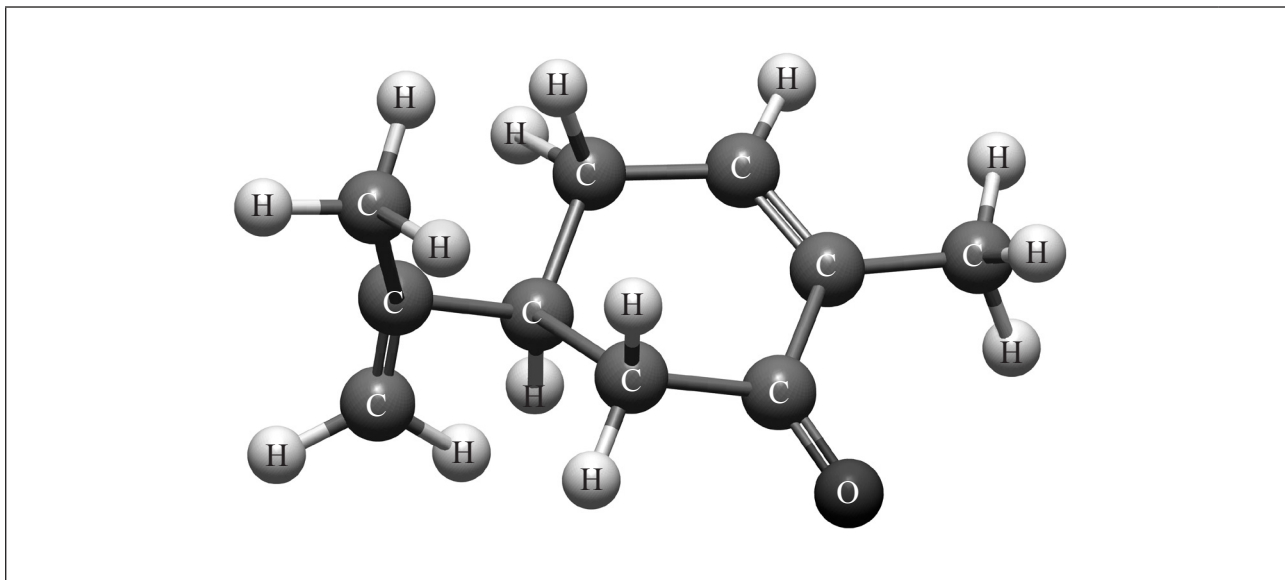
.....



F3. La carvone est un membre de la famille de composés appelés terpénoïdes. La carvone existe sous deux formes énantiomères. La (*S*)-(+)-carvone est la principale composante de l'essence de carvi et la (*R*)-(–)-carvone est la composante principale de l'essence de menthe verte.

(a) À l'aide d'un astérisque, *, identifiez le centre chiral dans la carvone.

[1]



(b) Expliquez la signification de la notation *R* et *S* et comment elle diffère de la notation *d* et *l*.

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) La structure représentée est celle de la (*S*)-(+)-carvone. Expliquez de quelle manière cela a pu être déduit.

[2]

.....

.....

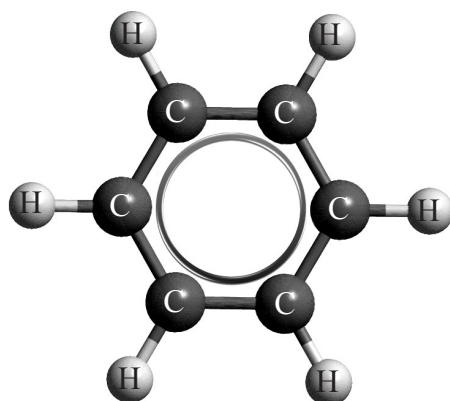
.....

.....

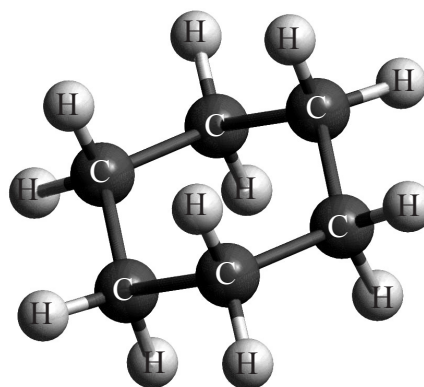


Option G — Complément de chimie organique

G1. Le benzène, C_6H_6 , est un composé plan qui diffère de la structure non plane du cyclohexane, C_6H_{12} . Les structures du benzène et de la forme la plus stable du cyclohexane sont représentées ci-dessous.



Benzène



Cyclohexane

- (a) En vous référant aux composés benzène, cyclohexane et 1,3-cyclohexadiène, exprimez quel composé contiendrait la liaison carbone-carbone la plus courte. [1]

.....

- (b) Expliquez pourquoi il est plus courant pour le benzène de subir des réactions de substitution plutôt que des réactions d'addition. [1]

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G1)

- (c) Suggérez pourquoi le chlorométhylbenzène, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$, réagit facilement avec l'hydroxyde de sodium aqueux chaud, NaOH , alors que pour le chlorobenzène, $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$, des conditions plus fortes, comme une température élevée (p. ex., $350\text{ }^\circ\text{C}$) sont nécessaires. [2]

.....

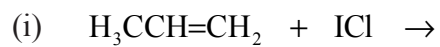
.....

.....

.....



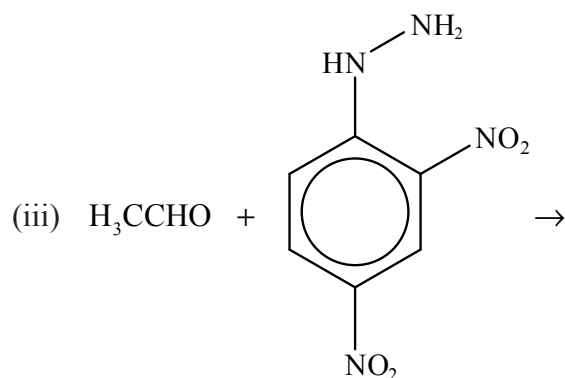
G2. (a) Dessinez les formules structurales des produits organiques **principaux** formés au cours des réactions suivantes.



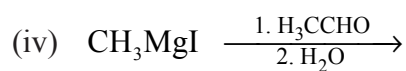
[1]



[1]



[1]



[1]

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G2)

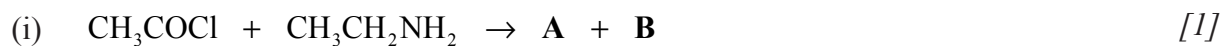
- (b) Dessinez la formule structurale de l'autre produit de la réaction dans la partie (a) (i). [1]

- (c) Identifiez chacun des types de réaction dans la partie (a) en tant qu'élimination, addition nucléophile, addition électrophile, acide-base, addition-élimination ou Grignard. [4]

Réaction	Type
(a) (i)	
(a) (ii)	
(a) (iii)	
(a) (iv)	

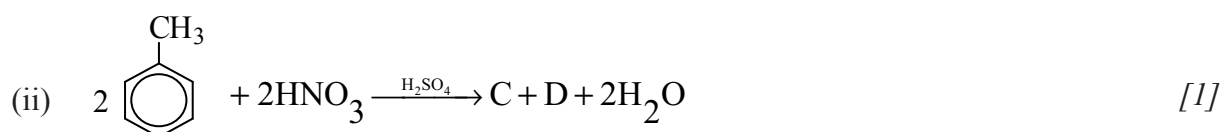


G3. (a) Identifiez **tous** les produits **principaux**, de **A** à **D**, dans les réactions suivantes.



A :

B :



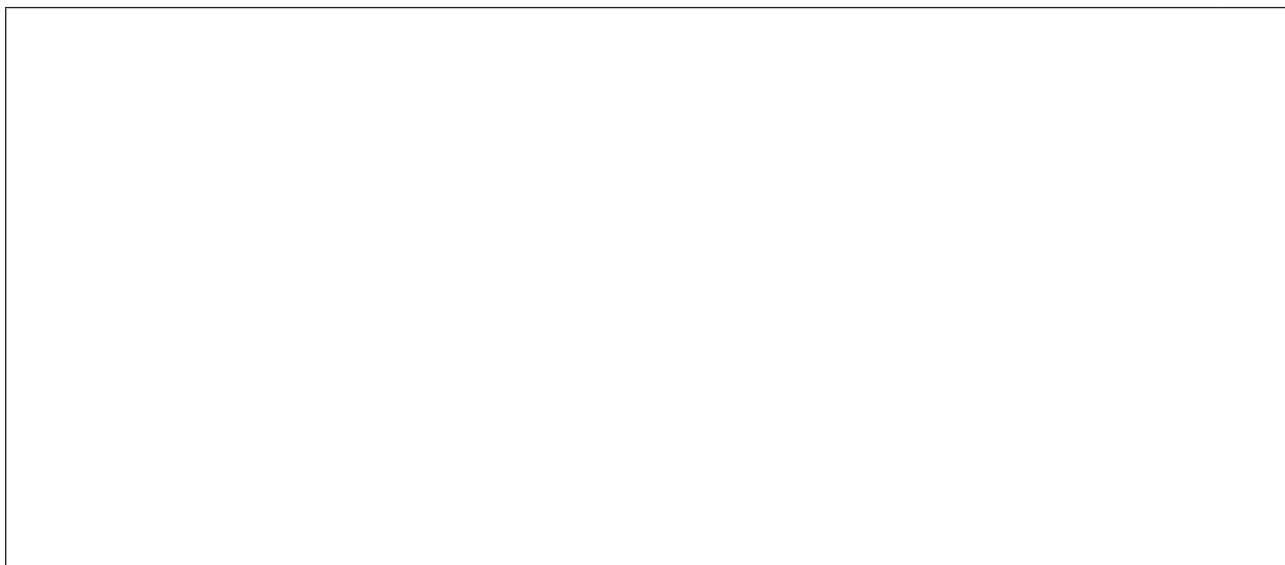
C :

D :

(b) **C** et **D** sont des isomères. Expliquez le mécanisme de la réaction dans (a) (ii), qui forme un des deux isomères. Utilisez des flèches courbes pour représenter le mouvement des paires électroniques. [3]



- G4.** Le benzène réagit avec le chlorure d'éthanoyle, CH_3COCl , en présence de chlorure d'aluminium, AlCl_3 , comme catalyseur, dans une réaction d'acylation. Expliquez le mécanisme de la réaction, en utilisant des flèches courbes pour représenter le mouvement des paires électroniques. Incluez la formation du électrophile. [4]



- G5.** Déduisez un mécanisme réactionnel impliquant deux étapes qui peut être utilisé pour convertir le butan-1-ol, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$, en 1,2-dibromobutane, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_2\text{Br}$. Exprimez les réactifs utilisés à chaque étape et identifiez le produit formé au cours de l'étape 1. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



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

Les réponses rédigées sur cette page
ne seront pas corrigées.



4444