



22126124

**CHIMIE**
NIVEAU MOYEN
ÉPREUVE 3

Mercredi 9 mai 2012 (matin)

1 heure

Numéro de session du candidat

| | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 0 | 0 | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

Code de l'examen

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 1 | 2 | - | 6 | 1 | 2 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

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.
- 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 [40 points].



0132

Option A — Chimie analytique moderne

A1. La spectroscopie d'absorption atomique (AA) peut servir à détecter de très petites quantités d'ions de métaux lourds dans des échantillons d'eau. Une chimiste analyste a utilisé la spectroscopie AA pour déterminer la concentration en ions cadmium et mercure dans un échantillon d'eau prélevé près d'une mine de zinc.

- (a) Résumez la principale modification que la chimiste analyste devra faire au spectromètre, après avoir mesuré l'absorbance due aux ions cadmium, avant de pouvoir mesurer l'absorbance due aux ions mercure. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



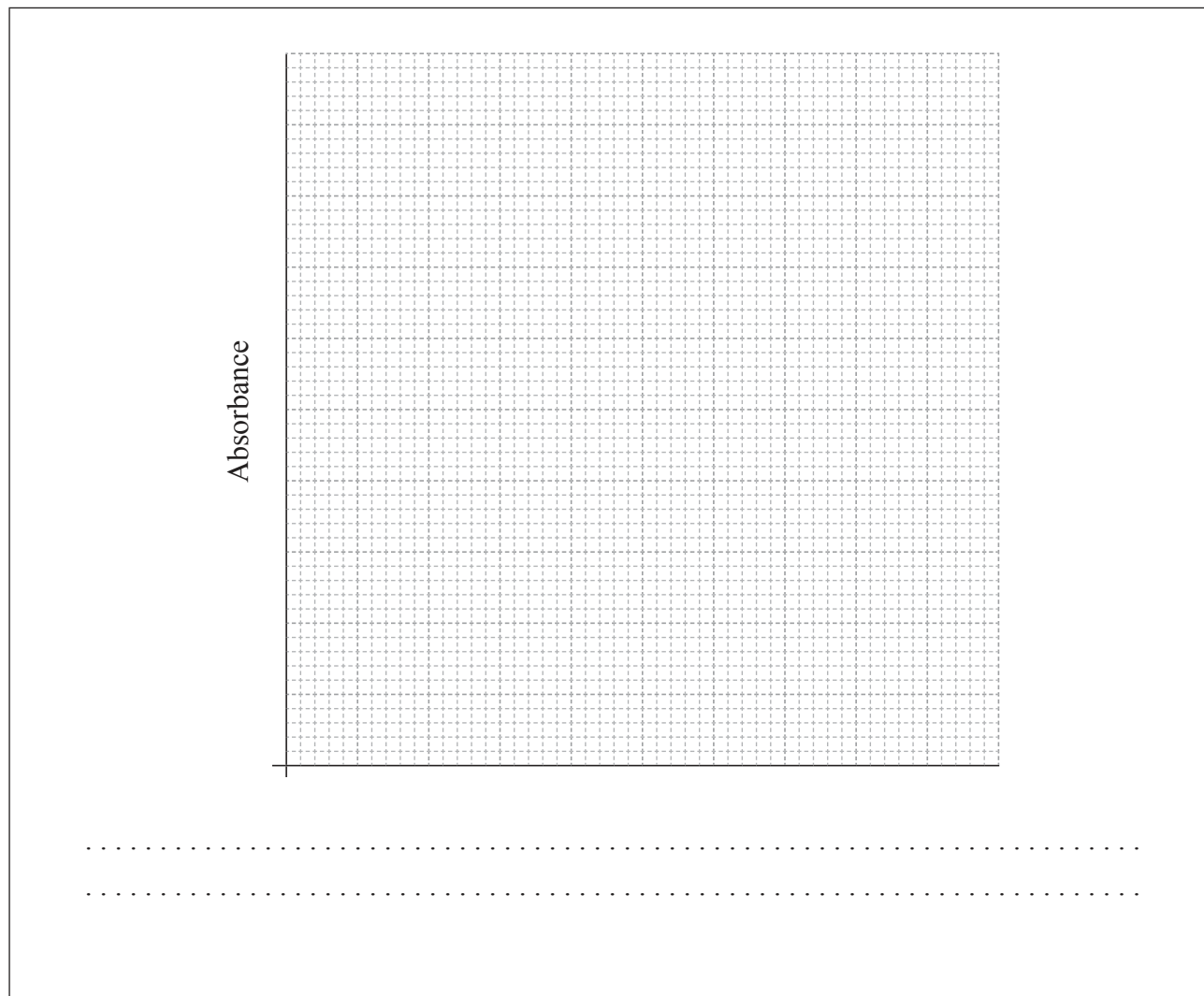
(Suite de la question A1)

- (b) La chimiste analyste a utilisé des solutions de cadmium de concentrations connues, afin de déterminer leur absorbance et elle a également trouvé l'absorbance de l'échantillon dans les mêmes conditions, ce qui lui a donné les résultats suivants.

| $[\text{Cd}^{2+}(\text{aq})] / \text{mg dm}^{-3}$ | Absorbance |
|---|------------|
| 0,00 | 0,00 |
| 0,10 | 0,21 |
| 0,20 | 0,43 |
| 0,30 | 0,65 |
| 0,40 | 0,87 |
| Échantillon de concentration inconnue | 0,78 |

Construisez une courbe de calibration et déterminez la concentration en ions cadmium dans l'échantillon d'eau prélevé près de la mine de zinc.

[3]



A2. L'alumine, Al_2O_3 , peut être utilisée comme phase stationnaire, à la fois en chromatographie sur couche mince (CCM) et en chromatographie sur colonne (CC). Un solvant comme la propanone peut servir de phase mobile.

- (a) Expliquez les fonctions de la phase stationnaire et de la phase mobile en chromatographie et expliquez leur rôle qui consiste à permettre de séparer un mélange en ses composants individuels. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Résumez comment un mélange contenant deux composants colorés différents peut être séparé **quantitativement** en ses deux composants purs à l'aide de la chromatographie sur colonne. Supposez que la colonne est remplie d'alumine et que la propanone est la phase mobile. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



- A3. (a) Déduisez le nombre de pics dans les spectres RMN¹H du 1-bromobutane et du 2-bromobutane. Expliquez comment la courbe d'intégration des pics peut être utilisée pour distinguer les deux composés. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Comparez le spectre RMN¹H du 1-bromo-2-méthylpropane avec les deux spectres considérés dans la partie (a). Inclure le nombre de pics et la courbe d'intégration des pics. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Résumez le principe à la base de l'imagerie de résonance magnétique (IRM) utilisée pour le diagnostic et la surveillance de maladies, comme le cancer chez les humains. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Option B — Biochimie humaine

B1. (a) Résumez la fonction générale des hormones dans l'organisme humain. [1]

.....
.....

(b) Le goitre est causé par l'incapacité de l'organisme à produire des quantités suffisantes d'une hormone particulière. Identifiez cette hormone. [1]

.....

(c) L'œstradiol, la progestérone et la testostérone sont des hormones sexuelles. Leurs structures sont données au Tableau 21 du Recueil de Données.

(i) Exprimez l'endroit du corps où la majeure partie de la testostérone est produite. [1]

.....

(ii) Expliquez, en donnant les noms de leurs groupements fonctionnels, comment la structure de la testostérone diffère de celle de la progestérone. [2]

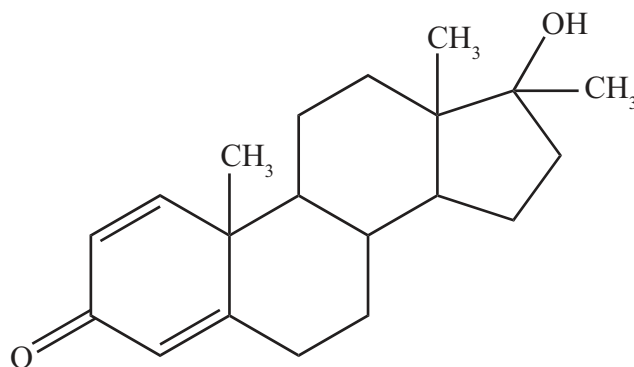
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B1)

- (d) Afin d'accroître leur force musculaire et leur masse corporelle, certains athlètes ont abusé de stéroïdes. Une de ces substances est le dianabol (illustré ci-dessous) qui a une structure semblable à celle de la testostérone.



- (i) Décrivez comment la structure du dianabol diffère de celle de la testostérone. [1]

.....

.....

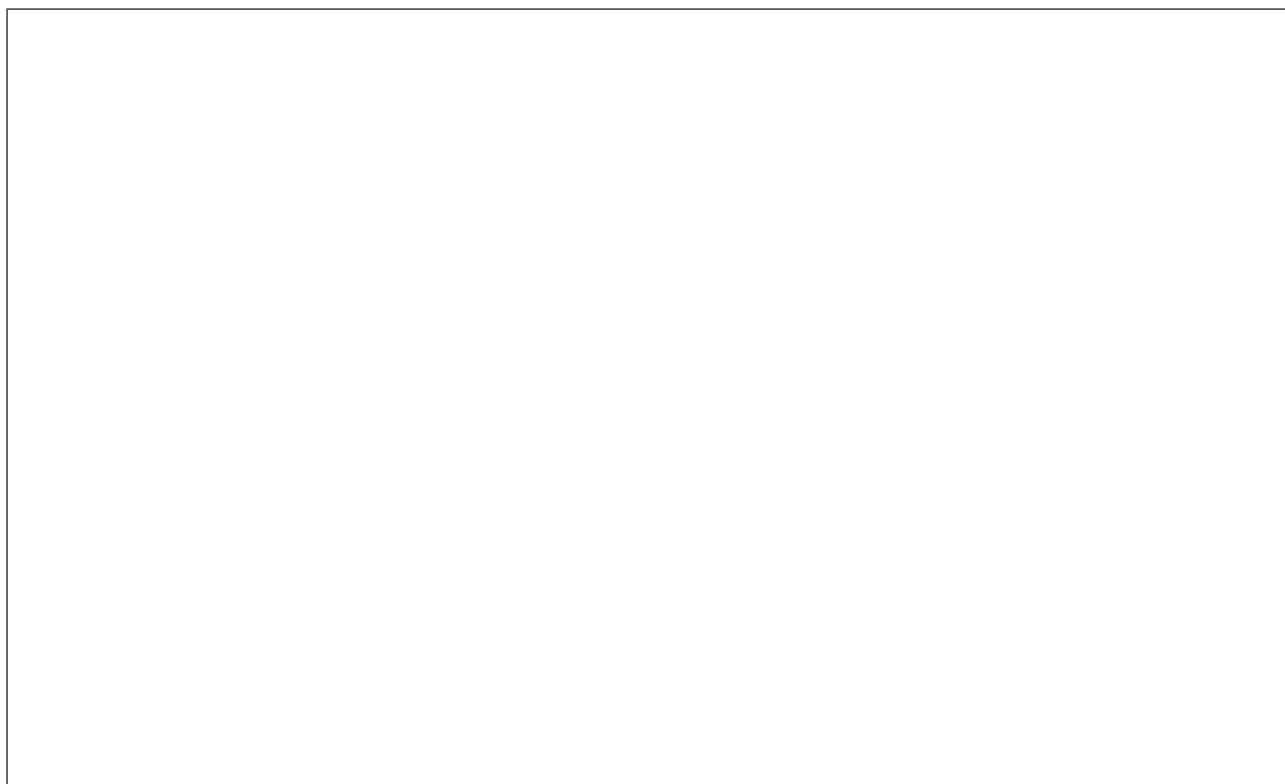
- (ii) Suggérez une raison pour laquelle les culturistes mâles qui prennent du dianabol peuvent développer des caractères féminins. [1]

.....

.....



- B2.** (a) La structure primaire des protéines décrit la manière dont les différents 2-aminoacides sont liés les uns aux autres en une chaîne linéaire. Dessinez les structures de **deux** dipeptides différents qui peuvent se former lorsque l’alanine réagit avec la sérine. (Les structures de l’alanine et de la sérine sont données au Tableau 19 du Recueil de Données.) [2]

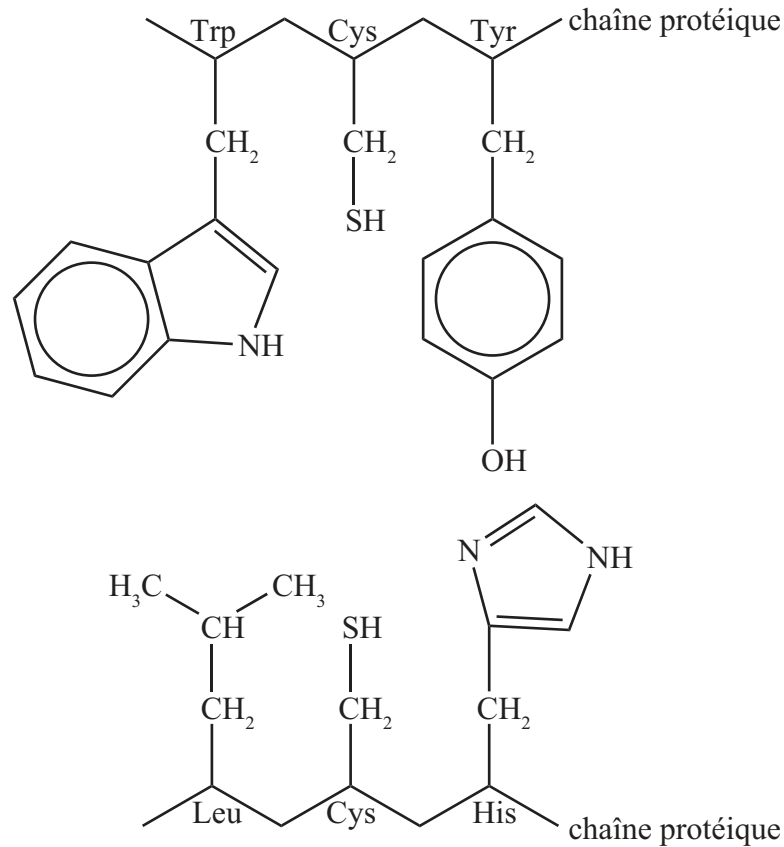


(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

- (b) La structure tertiaire des protéines décrit le repliement de l'ensemble des chaînes pour donner à la protéine sa forme tridimensionnelle. Ce sont les interactions entre les chaînes latérales de résidus d'acides aminés distants qui en sont responsables. Considérez les deux segments suivants d'une chaîne polypeptidique.



- (i) Déduisez le type d'interaction qui peut se produire entre les chaînes latérales de Trp et Leu, de Cys et Cys, et de Tyr et His. [3]

| | |
|-------------|-------|
| Trp et Leu: | |
| Cys et Cys: | |
| Tyr et His: | |

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B2)

- (ii) Exprimez le nom d'un autre type d'interaction qui peut se produire entre les chaînes latérales de résidus d'acides aminés. [1]

.....

- (c) Décrivez la *structure quaternaire* des protéines. [1]

.....
.....

B3. (a) Les lipoprotéines de basse densité (LDL) peuvent entraîner le dépôt de cholestérol sur les parois des artères et provoquer une maladie cardiovasculaire. Les lipoprotéines de haute densité (HDL) sont plus petites que les lipoprotéines de basse densité.

- (i) Identifiez la principale source de lipoprotéines de basse densité. [1]

.....
.....

- (ii) Exprimez l'importance des lipoprotéines de haute densité. [1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question B3)

(b) Les formules de l'acide linoléique et de l'acide linoléinique sont données au Tableau 22 du Recueil de Données. De nombreuses huiles végétales sont annoncées comme étant une bonne source d'acides gras oméga-6 alors que les légumes à feuilles vertes sont une bonne source d'acides gras oméga-3.

(i) Comparez la structure chimique de l'acide linoléique, un acide gras oméga-6, à celle de l'acide linoléinique, un acide gras oméga-3. [3]

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

(ii) L'acide linoléique et l'acide linoléinique sont décrits comme étant des acides gras essentiels. Exprimez la signification du terme *essentiel*. [1]

.....
.....



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

C1. (a) La fonte produite dans un haut fourneau contient 4 à 5 % de carbone et des quantités moindres d'autres éléments, tels que le phosphore et le silicium. Elle peut être transformée en acier au moyen d'un convertisseur à oxygène.

(i) À l'exception de la fonte, de l'oxygène, et des différents métaux de transition, énumérez **deux** autres substances qui sont ajoutées au convertisseur à oxygène classique. [2]

.....
.....

(ii) Expliquez comment le phosphore et le silicium sont enlevés. [2]

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

(b) L'acier est un alliage de fer, de carbone et d'autres éléments métalliques et non métalliques. L'acier inoxydable contient environ 18 % de chrome et 8 % de nickel. Expliquez pourquoi le fer peut former des alliages avec d'autres métaux de transition. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question C1)

- (c) Les propriétés des alliages peuvent être modifiées par un traitement thermique. Décrivez le procédé de recuit et exprimez comment il influe sur les propriétés de l'acier. [2]

.....

.....

.....

.....



- C2. (a) On peut fabriquer une pile à combustible en utilisant comme électrolyte de l'hydroxyde de sodium aqueux avec des électrodes poreuses qui permettent le passage de l'eau, de l'hydrogène et de l'oxygène. Exprimez les équations des réactions qui ont lieu aux électrodes positive et négative. [2]

électrode (+) (cathode) :
.....
électrode (-) (anode) :
.....

- (b) On peut également générer de l'électricité à l'aide d'un accumulateur au plomb. L'électrolyte est une solution d'acide sulfurique et les électrodes sont fabriquées en plomb et en oxyde de plomb(IV). Exprimez les équations des réactions qui ont lieu aux électrodes positive et négative. [2]

électrode (+) (cathode) :
.....
électrode (-) (anode) :
.....

- (c) Les accumulateurs au plomb sont lourds. Les piles nickel-cadmium utilisées dans les équipements électroniques sont des piles rechargeables beaucoup plus légères.

- (i) Expliquez pourquoi les piles à combustible sont moins dommageables pour l'environnement que les piles nickel-cadmium. [1]

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

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question C2)

- (ii) À l'exception du coût, exprimez **une** différence importante entre les piles à combustible et les piles nickel-cadmium. [1]

.....

.....



C3. (a) L'éthène peut être polymérisé pour former du polyéthylène (polyéthène) haute densité, PEHD, ou du polyéthylène (polyéthène) basse densité, PEBD, selon les conditions de la réaction. Décrivez la principale différence structurale entre le PEHD et le PEBD et exprimez comment elle explique leurs propriétés différentes. [3]

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

(b) (i) La formule de l'unité structurale répétitive du polypropylène (polypropène) est :



Dessinez une section du polymère contenant **cinq** unités structurales répétitives pour illustrer le polypropylène (polypropène) atactique. [1]

(ii) Expliquez pourquoi le polypropylène (polypropène) isotactique est résistant et peut être utilisé pour fabriquer des pare-chocs de voiture (garde-boue), alors que le polypropylène (polypropène) atactique est mou et flexible, ce qui le rend approprié pour fabriquer des matériaux d'étanchéité. [2]

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



Option D — Les médicaments et les drogues

D1. Chaque comprimé d'un antiacide de marque renommée contient 0,160 g d'hydroxyde d'aluminium et 0,105 g de carbonate de magnésium.

- (a) Exprimez séparément les équations des réactions de l'hydroxyde d'aluminium et du carbonate de magnésium avec l'acide chlorhydrique. [2]

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

- (b) Déterminez lequel des deux composants du comprimé neutralise le plus d'acide. [2]

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

- (c) Les comprimés contiennent également de l'acide alginique et de l'hydrogénocarbonate de sodium. Le rôle de l'hydrogénocarbonate de sodium consiste à réagir avec l'acide alginique pour former de l'alginate de sodium. Exprimez le rôle de l'alginate de sodium produit. [1]

.....
.....

- (d) Sur la notice qui accompagne les comprimés, il est mentionné que des éructations peuvent être un des effets secondaires des comprimés. Expliquez pourquoi cela peut se produire. [1]

.....
.....



D2. L'amphétamine est un stimulant et elle est qualifiée de drogue sympathomimétique. Sa structure présente quelques similarités avec celle de l'épinéphrine (adrénaline). Les structures de ces deux substances sont données au Tableau 20 du Recueil de Données

(a) Expliquez la signification du terme *sympathomimétique*. [1]

.....
.....

(b) L'amphétamine et l'épinéphrine dérivent toutes deux de la structure de la phényléthylamine. Dessinez la structure de la phényléthylamine. [1]

(c) Comparez les deux groupements comportant de l'azote dans l'amphétamine et l'épinéphrine. [2]

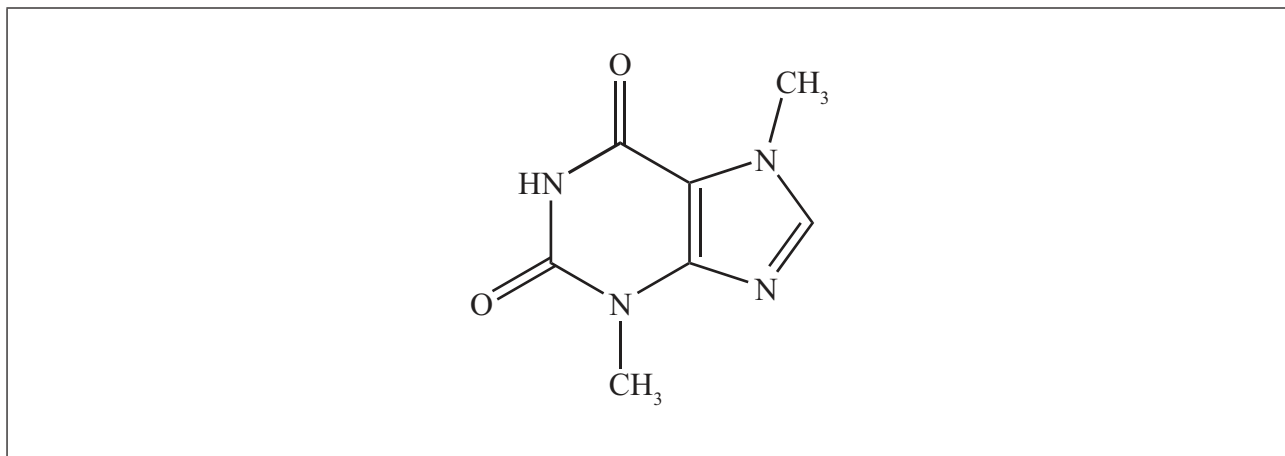
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)

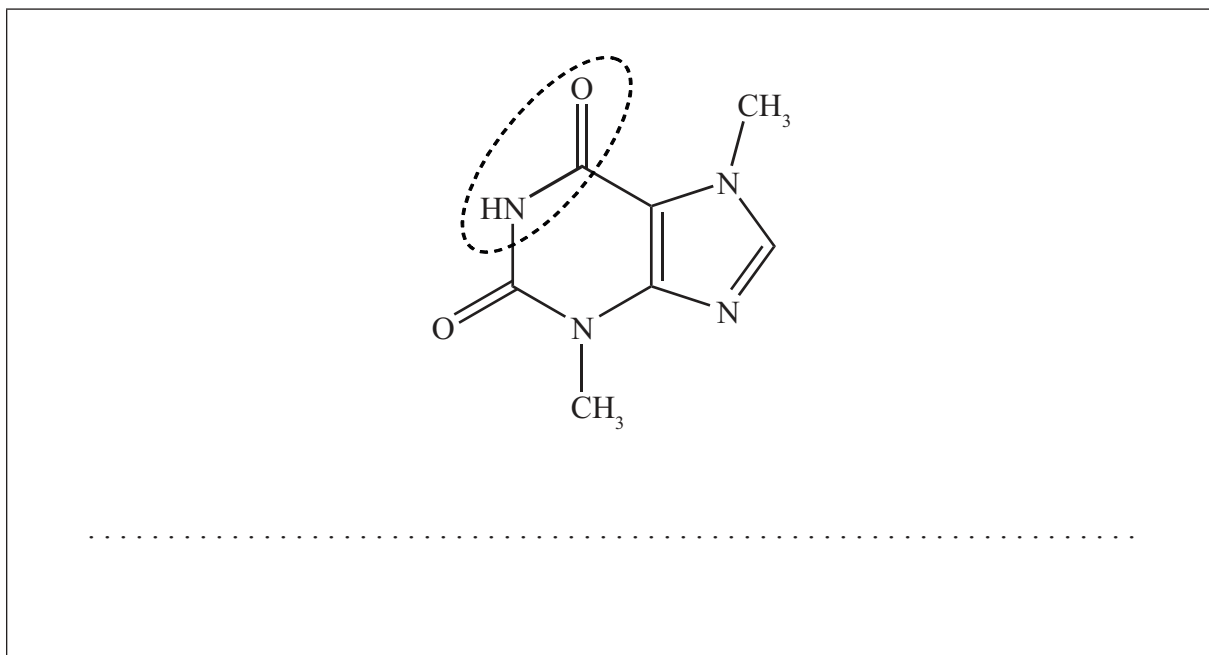


(Suite de la question D2)

- (d) La caféine est également un stimulant. La caféine est présente dans le chocolat, accompagnée d'un autre stimulant appelé théobromine (illustrée ci-dessous).



- (i) Identifiez le groupement alcène dans la théobromine (ci-dessus) en l'entourant d'un cercle. [1]
- (ii) Exprimez le nom du groupement fonctionnel encerclé dans la théobromine représentée ci-dessous. [1]



- (iii) Exprimez le nom et la classe du groupement N-CH₃ dans le cycle à **cinq** membres. [1]

.....



D3. La découverte de la pénicilline par Alexander Fleming en 1928 est souvent présentée comme un exemple de heureux hasard dans les découvertes scientifiques.

(a) Décrivez l'événement fortuit qui a conduit à la découverte de la pénicilline par Alexander Fleming. [1]

.....
.....

(b) Résumez les travaux de développement de la pénicilline par Florey et Chain. [3]

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

(c) Expliquez le mode d'action de la pénicilline et pourquoi il est nécessaire de développer de nouvelles formes de pénicilline avec des chaînes latérales modifiées. [3]

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



Option E — Chimie de l'environnement

E1. Les convertisseurs catalytiques sont installés sur les autos pour transformer les gaz d'échappement polluants en gaz moins nocifs.

- (a) Décrivez comment la combustion de l'essence dans un moteur à combustion interne produit du monoxyde de carbone et des oxydes d'azote. [2]

Monoxyde de carbone :

.....

.....

Oxydes d'azote :

.....

.....

- (b) À l'exception du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone, et des oxydes d'azote, exprimez **un** autre gaz polluant émis par un moteur à combustion interne. [1]

.....

- (c) Identifiez **une** substance utilisée comme catalyseur dans un convertisseur catalytique et déduisez l'équation de la réaction qui a lieu entre le monoxyde de carbone et l'oxyde d'azote(II) à l'intérieur du convertisseur catalytique. [3]

Substance :

.....

Équation :

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question E1)

- (d) Évaluez les effets d'un changement du rapport air-combustible dans le moteur à combustion interne. [2]

.....

.....

.....

.....

- E2. Discutez de la pollution des sols, de l'épuisement des nutriments et de la salinisation comme causes de la dégradation des sols. Dans chaque cas, expliquez à quoi sont dûs ces phénomènes et comment ils dégradent le sol. [6]

Pollution des sols :

.....

.....

.....

.....

Épuisement des nutriments :

.....

.....

.....

.....

Salinisation :

.....

.....

.....

.....



E3. (a) La demande biochimique en oxygène (DBO) peut être utilisée comme mesure de la quantité de pollution dans l'eau d'une rivière. Résumez ce que signifie *DBO*. [2]

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

(b) Exprimez le produit principal formé par le phosphore dans la décomposition aérobie et anaérobie de la matière organique. [2]

Décomposition aérobie :
.....
Décomposition anaérobie :
.....

(c) Dans l'industrie, l'eau sert principalement de fluide de refroidissement. Décrivez comment les poissons peuvent être affectés lorsque de l'eau chaude est rejetée dans une rivière. [2]

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



Option F — Chimie alimentaire

F1. Certains aliments contiennent des antioxydants naturels qui aident à prolonger leur durée de conservation.

(a) Expliquez le sens du terme *durée de conservation*.

[1]

.....
.....

(b) La durée de conservation des poissons gras diminue à l'exposition à la lumière.

(i) Identifiez la caractéristique chimique dans l'huile des poissons qui est sujette à la photo-oxydation.

[1]

.....
.....

(ii) Exprimez le terme spécifique donné à l'aliment qui est impropre à la consommation sous l'effet de la photo-oxydation.

[1]

.....

(iii) Suggérez comment la lumière initie ce processus.

[1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question F1)

- (c) Le composé 3-BHA est un antioxydant synthétique ajouté à certains aliments. La structure du 3-BHA est donnée au Tableau 22 du Recueil de Données. Identifiez **deux** caractéristiques de sa structure qui sont responsables de ses propriétés d'antioxydant. [2]

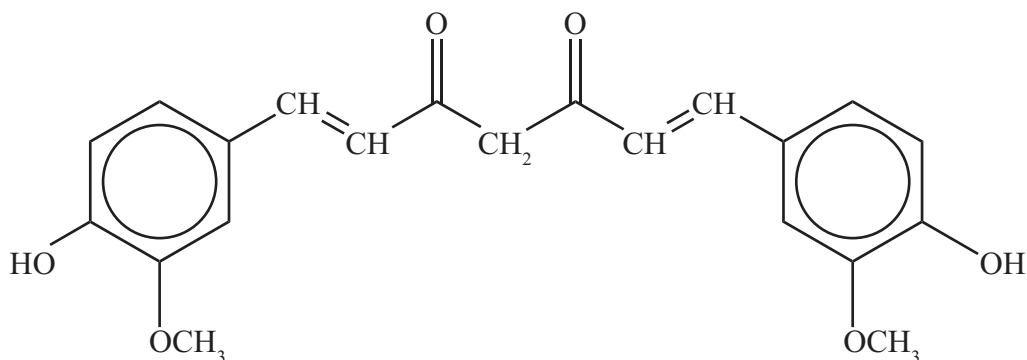
.....

.....

.....

.....

- (d) Certains aliments contiennent une épice jaune appelée curcuma. L'ingrédient actif dans le curcuma est la curcumine, illustrée ci-dessous.



Suggérez quelle caractéristique structurale de la curcumine est responsable de l'allongement de la durée de conservation de tels aliments. [1]

.....

.....



F2. Les graisses et les huiles présentent certaines similarités et certaines différences dans leurs structures chimiques.

(a) Exprimez **deux** différences importantes de leurs structures.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Décrivez comment une huile peut être transformée en graisse.

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) Discutez **deux** avantages et **deux** inconvénients de la transformation des huiles en graisses.

[4]

Avantages :

.....

.....

.....

.....

Inconvénients :

.....

.....

.....

.....



F3. (a) Exprimez **une** propriété essentielle d'un émulsifiant. [1]

.....
.....

(b) Les jaunes d'œuf contiennent un émulsifiant naturel. Résumez pourquoi de nombreuses recettes insistent sur le fait qu'il faut battre ou fouetter quand on prépare des aliments contenant des œufs. [1]

.....
.....

(c) Exprimez le rôle des agents stabilisants quand ils sont ajoutés aux émulsions. [1]

.....
.....

(d) Dans certains pays, les additifs alimentaires, tels que les émulsifiants et les colorants synthétiques, reçoivent des nombres associés à la lettre E pour les identifier, alors que d'autres pays utilisent le Système international de numérotation (SIN). Discutez des questions de sécurité associées à l'utilisation de colorants synthétiques dans les aliments. [2]

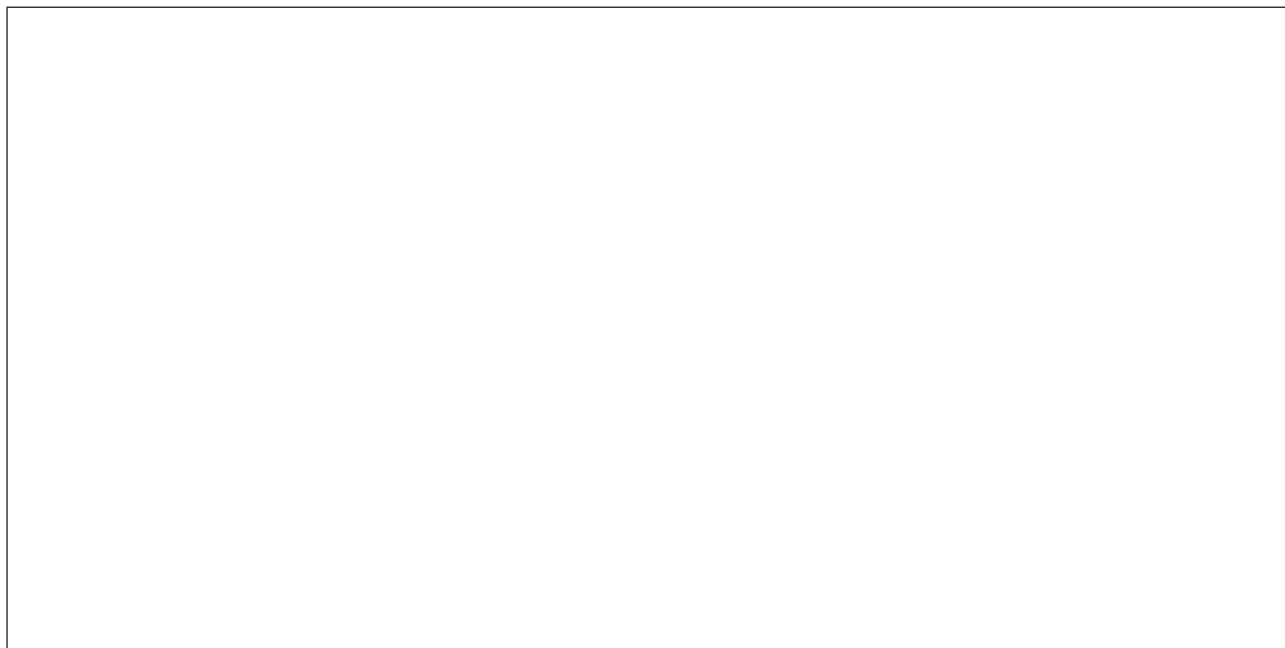
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Option G — Complément de chimie organique

G1. Le propan-2-ol est un alcool secondaire. Il peut subir des réactions d'élimination et d'oxydation.

- (a) En présence d'un catalyseur acide, le propan-2-ol peut réagir pour donner un alcène. Expliquez le mécanisme de cette réaction en vous servant de flèches courbes pour représenter le mouvement des paires électroniques. [4]

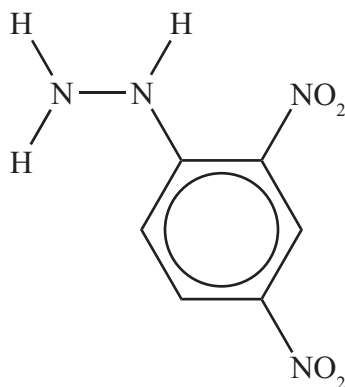


(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G1)

- (b) Le propan-2-ol peut être oxydé par une solution acide de dichromate de potassium(VI) pour former la propanone. On peut identifier ce produit en le faisant réagir avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (illustrée ci-dessous) pour donner un solide cristallin ayant un point de fusion caractéristique.



- (i) Exprimez le type de réaction qui a lieu quand la propanone réagit avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine. [1]

.....

- (ii) Exprimez la formule structurale du composé organique formé lorsque la propanone réagit avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine. [1]



G2. Le nombre d'atomes de carbone dans une cétone peut être augmenté en la faisant réagir avec du cyanure d'hydrogène.

(a) Exprimez le nom donné au type de réaction qui a lieu quand la propanone réagit avec le cyanure d'hydrogène. [1]

.....

(b) Expliquez le mécanisme de cette réaction en utilisant des flèches courbes pour représenter le mouvement des paires électroniques. [4]

(c) Exprimez comment le produit de la réaction ci-dessus peut-être transformé en acide 2-hydroxy-2-méthylpropanoïque [1]

.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question G2)

(d) Dans les molécules organiques, le nombre d'atomes de carbone peut également être augmenté à l'aide des réactifs de Grignard.

(i) Exprimez la formule du produit, **X**, formé par la réaction du bromopropane avec le magnésium métallique. [1]

.....

(ii) Exprimez la formule structurale du produit organique formé quand **X** réagit avec la propanone et, ensuite, avec l'eau. [1]



G3. La paire électronique non liante sur l'atome d'azote dans les amines est responsable de leurs propriétés basiques.

(a) Expliquez pourquoi la méthylamine, CH_3NH_2 , est une base plus forte que l'ammoniac, NH_3 . [2]

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

(b) Expliquez pourquoi la diéthylamine est une base plus forte que l'éthylamine. [1]

.....
.....

(c) Le 1-aminopentane, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, contient un groupement amine polaire. Expliquez pourquoi il n'est pas très soluble dans l'eau, mais très soluble dans l'acide chlorhydrique dilué. [2]

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

(d) Exprimez l'équation pour la réaction du chlorure de méthylammonium, $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$, avec l'hydroxyde de sodium. [1]

.....

