



22136124

**CHIMIE**  
**NIVEAU MOYEN**  
**ÉPREUVE 3**

Vendredi 17 mai 2013 (matin)

1 heure

Numéro de session du candidat

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

Code de l'examen

2	2	1	3	-	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].



0136

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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



0236

**Option A — Chimie analytique moderne**

**A1.** La chromatographie sur papier est une méthode simple utilisée pour séparer et identifier les constituants d'un mélange. Pour faciliter l'identification, le facteur de rétention,  $R_f$ , d'un constituant non connu peut être comparé aux valeurs  $R_f$  d'échantillons purs des constituants éventuels.

(a) Exprimez la signification du terme *facteur de rétention*. [1]

.....  
.....

(b) Expliquez pourquoi la valeur du facteur de rétention pour le même constituant peut être très différente si l'on utilise des solvants (éluant) différents pour la phase mobile. [2]

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

(c) Si les constituants du mélange sont colorés, alors ils peuvent être vus à l'œil nu. Décrivez **deux** manières différentes de développer un chromatogramme si les constituants sont incolores. [2]

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



A2. (a) Décrivez la fonction des composants suivants durant le fonctionnement d'un spectromètre infrarouge à double faisceau.

(i) Le monochromateur.

[1]

.....  
.....

(ii) Les miroirs tournants.

[1]

.....  
.....

(iii) Le photomultiplicateur (photodiode).

[1]

.....  
.....

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



(Suite de la question A2)

(b) Les composés organiques contenant une double liaison carbone-carbone, (C=C), absorbent les rayons infrarouges dans la région 1610–1680  $\text{cm}^{-1}$ .

(i) Résumez les raisons pour lesquelles les composés contenant des liaisons C=C absorbent les rayons infrarouges. [2]

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

(ii) Expliquez pourquoi des composés différents contenant des liaisons C=C absorbent les rayons infrarouges à des nombres d'ondes légèrement différents. [1]

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

(c) Décrivez comment la longueur d'onde, la fréquence et l'énergie varient en passant de la région infrarouge du spectre électromagnétique à la région radio du spectre électromagnétique. [3]

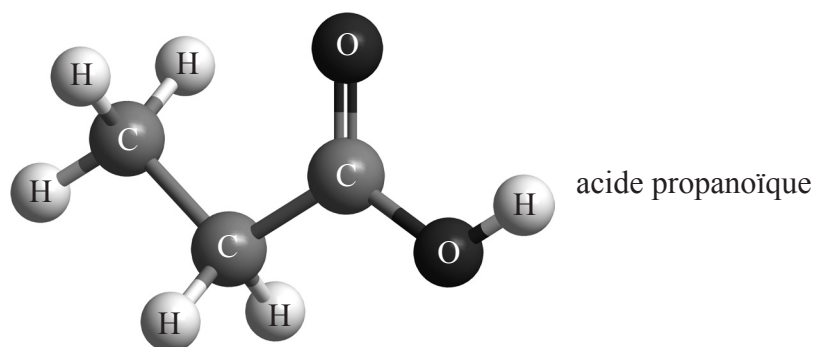
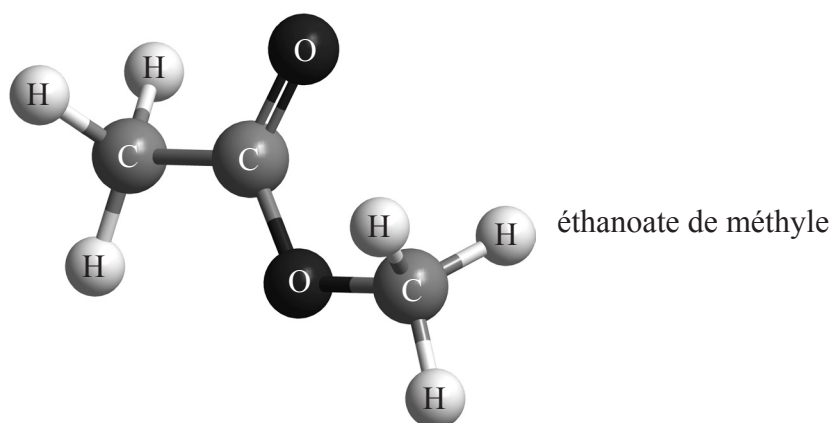
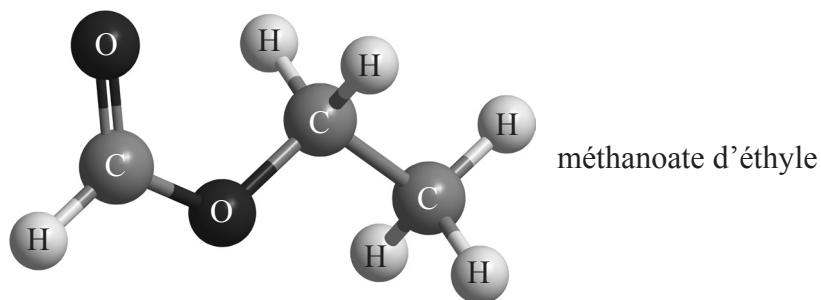
Longueur d'onde :  
.....

Fréquence :  
.....

Énergie :  
.....



- A3. Le méthanoate d'éthyle, l'éthanoate de méthyle et l'acide propanoïque sont trois isomères de  $C_3H_6O_2$ .



- (a) Expliquez lequel des trois composés a un spectre de masse qui contient des pics à  $m/z = 59$  et 44. [2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question A3)

- (b) Expliquez lequel des trois composés a un spectre infrarouge avec une absorption étendue entre 2500–3300  $\text{cm}^{-1}$  et une absorption à 1730  $\text{cm}^{-1}$ .

[2]

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

- (c) Expliquez lequel des trois composés a un spectre RMN<sup>1</sup>H présentant deux pics avec des aires égales sous chaque pic.

[2]

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



**Option B — Biochimie humaine**

**B1.** Les lipides jouent un rôle significatif dans la nutrition humaine et ils ont de nombreuses fonctions biologiques importantes. Les triglycérides constituent un type de lipide.

Le Tableau 22 du Recueil de Données illustre les formules de certains acides gras.

- (a) (i) L'huile d'olive contient un triglycéride (trioléate de glycéryle) qui, par hydrolyse, donne du propane-1,2,3-triol (glycérol) et de l'acide oléique.

Déduisez l'équation pour cette réaction. Vous pouvez utiliser la lettre R pour représenter les chaînes d'hydrocarbures. [3]

- (ii) Calculez l'indice d'iode pour l'acide oléique ( $M_r$  de l'acide oléique = 282,52). [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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





(Suite de la question B1)

- (b) (i) L'acide linoléique et l'acide stéarique ont des masses moléculaires similaires. Expliquez pourquoi l'acide linoléique a un point de fusion beaucoup plus bas que l'acide stéarique. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) L'acide linoléique et l'acide linoléique font partie de la classe des acides gras essentiels. Exprimez l'importance de ces acides gras dans le régime alimentaire de l'humain. [1]

.....

.....

.....



**B2.** La papaïne est une protéine globulaire qui est présente dans la papaye. Une partie de la séquence de sa chaîne polypeptidique est Gly–Cys–Val–Gly.

- (a) Les protéines comme la papaïne sont formées par des réactions de condensation de 2-aminoacides.

En vous référant au Tableau 19 du Recueil de Données, dessinez les formules structurales des **deux** dipeptides formés par la réaction de la glycine avec la cystéine. [2]

- (b) Dans l'analyse des protéines, des mélanges d'acides aminés ayant des points isoélectriques différents peuvent être séparés en utilisant l'électrophorèse.

- (i) Décrivez les caractéristiques essentielles de l'électrophorèse. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



(Suite de la question B2)

- (ii) L'arginine, la cystéine et la glycine subissent une électrophorèse à pH 6,0. Déduisez quel acide aminé se dirige vers l'électrode positive (anode). [1]

.....

- (c) (i) Décrivez ce que l'on entend par la structure tertiaire des protéines. [1]

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

- (ii) Identifiez **deux** interactions qui sont responsables de ce type de structure. [1]

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

**B3.** Les micronutriments sont des composants essentiels d'un régime alimentaire sain. Complétez le tableau en déduisant la solubilité **et/ou** l'affection médicale causée par une carence en chaque micronutriment. [4]

Micronutriment	Liposoluble / hydrosoluble	Affection médicale
Vitamine A (rétinol)		
Vitamine C (acide ascorbique)	hydrosoluble	
Vitamine D (calciférol)		rachitisme



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

**C1. (a)** Le principal minerai utilisé pour produire de l'aluminium par électrolyse est la bauxite. La bauxite est principalement de l'hydroxyde d'aluminium, et elle contient de l'oxyde de fer(III) et de l'oxyde de titane(IV) comme impuretés.

(i) Expliquez comment on obtient de l'oxyde d'aluminium pur à partir de la bauxite. [3]

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

(ii) Expliquez pourquoi on ajoute de l'hexafluoroaluminate de sodium,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , (cryolite) à l'oxyde d'aluminium avant d'effectuer l'électrolyse pour produire de l'aluminium. [1]

.....  
.....

(iii) Exprimez les demi-équations des réactions qui ont lieu au niveau des électrodes positive et négative durant la production d'aluminium par électrolyse. [2]

Électrode positive (anode) :  
.....  
Électrode négative (cathode) :  
.....

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



(Suite de la question C1)

- (b) Avant l'introduction de la méthode électrolytique de Hall et Héroult dans les années 1880, il était très difficile d'obtenir l'aluminium métallique à partir de ses minerais. Suggérez **un** moyen qui permettait de l'obtenir. [1]

.....  
.....

- (c) La production d'aluminium par électrolyse à l'échelle mondiale a un énorme impact sur le réchauffement de la planète. Suggérez **deux** façons différentes par lesquelles le procédé augmente la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. [2]

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



C2. (a) Distinguez un catalyseur *homogène* d'un catalyseur *hétérogène*. [1]

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

(b) Mis à part le coût, exprimez **un** avantage et **un** inconvénient de l'utilisation d'un catalyseur homogène plutôt qu'un catalyseur hétérogène. [2]

Avantage :  
.....  
.....

Inconvénient :  
.....  
.....

(c) Mis à part la sélectivité et le coût, énumérez **trois** facteurs qui doivent être pris en compte lors du choix d'un catalyseur pour un procédé industriel particulier. [3]

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



C3. (a) Le poly(éthène) peut être produit sous une forme à basse densité (PEBD) ou sous une forme à haute densité (PEHD).

(i) Décrivez en quoi les deux formes diffèrent au niveau de leur structure chimique. [1]

.....  
.....

(ii) Expliquez, en termes de leurs structures, en quoi la flexibilité des deux formes de poly(éthène) diffère. [2]

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

(b) (i) Décrivez pourquoi du pentane est parfois ajouté durant la formation du poly(phényléthène), aussi connu sous le nom de polystyrène. [1]

.....  
.....

(ii) Exprimez **une** utilisation du produit formé par ce procédé. [1]

.....  
.....



**Option D — Les médicaments et les drogues**

**D1.** Les structures de l'aspirine et de la diamorphine (héroïne) sont indiquées dans le Tableau 20 du Recueil de Données.

- (a) En omettant le cycle benzénique (aromatique), exprimez le nom du groupe fonctionnel qui est commun à la fois à l'aspirine et à la diamorphine. [1]

.....

- (b) Décrivez les différentes manières d'agir de l'aspirine et de la diamorphine lorsqu'elles fonctionnent pour soulager ou prévenir la douleur. [2]

Aspirine :

.....

.....

Diamorphine :

.....

.....

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





(Suite de la question D1)

- (c) Mis à part la prévention de la douleur et/ou la réduction de la fièvre, exprimez **une** raison pour laquelle l'aspirine est souvent prescrite ou recommandée à certaines personnes pour un usage quotidien. [1]

.....

.....

- (d) Discutez d'**un** avantage et d'**un** inconvénient à prendre de la diamorphine au lieu de la morphine pour soulager la douleur. [2]

Avantage :

.....

.....

Inconvénient :

.....

.....

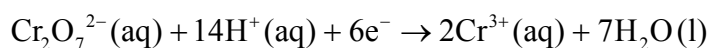


**D2.** L'éthanol est un déresseur.

- (a) Décrivez les effets des déresseurs quand ils sont pris à doses modérées et à doses plus élevées. [2]

Doses modérées : ..... Doses plus élevées : .....
--

- (b) La présence d'éthanol dans l'haleine peut être détectée en soufflant dans une « poche » au moyen d'un tube contenant du dichromate(VI) de potassium acidifié. La demi-équation pour la réaction du dichromate est :



- (i) Décrivez le changement de couleur observé quand l'ion dichromate réagit avec l'éthanol. [1]

.....
-------

- (ii) Exprimez le nom du produit organique formé durant la réaction. [1]

.....
-------

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



(Suite de la question D2)

- (c) Afin de quantifier exactement la quantité d'éthanol présente dans le sang, on peut demander à une personne de donner un échantillon sanguin ou bien de souffler dans un éthylomètre. Expliquez la chimie à la base des techniques servant à déterminer la teneur en éthanol à partir d'un échantillon sanguin ou en utilisant un éthylomètre. [4]

Échantillon sanguin :

.....

.....

.....

Éthylomètre :

.....

.....

.....

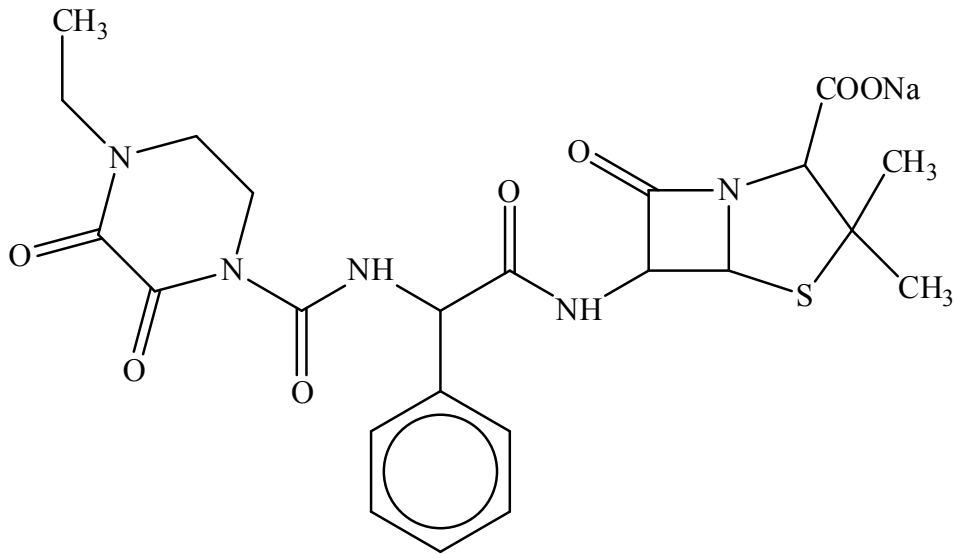
- (d) L'éthanol peut exercer un effet synergique quand il est pris avec d'autres médicaments. Exprimez la signification du terme *effet synergique*. [1]

.....

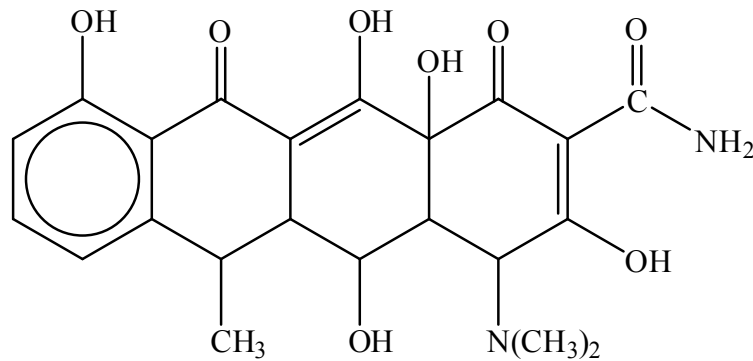
.....



D3. La pipéracilline sodique et la doxycycline sont deux antibiotiques différents. La pipéracilline sodique est un type de pénicilline et la doxycycline appartient à une classe de médicaments appelés les tétracyclines.



Pipéracilline sodique



Doxycycline

(a) Expliquez comment les pénicillines sont capables de guérir certaines maladies causées par des bactéries.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



(Suite de la question D3)

- (b) La pipéracilline sodique a une chaîne latérale différente de celle de la pénicilline d'origine développée par Florey et Chain. Exprimez **un** avantage de la modification de la chaîne latérale. [1]

.....  
.....

- (c) Expliquez pourquoi il peut s'avérer nécessaire d'administrer un mélange de plusieurs types d'antibactériens (tels que des pénicillines et des tétracyclines) à des patients souffrant de maladies comme la tuberculose (TB) ou à SARM (une maladie causée par la présence de la bactérie *staphylococcus aureus*). [2]

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



**Option E — Chimie de l'environnement**

**E1.** Les dépôts acides peuvent avoir un impact important sur les environnements aquatiques tels que les lacs ou les zones humides.

(a) (i) Exprimez ce que signifie le terme *dépôts acides*. [1]

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

(ii) Identifiez **un** oxyde qui cause des dépôts acides **et** exprimez l'équation chimique équilibrée pour montrer comment il réagit avec l'eau. [2]

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

(iii) Un effet des dépôts acides est d'abaisser le pH des eaux des lacs. Suggérez comment cet effet pourrait être combattu. [1]

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

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

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



**E2.** Les émissions de substances appauvrissant la couche d’ozone, comme les CFC, ont largement diminué à la suite du Protocole de Montréal. Dans l’évaluation la plus récente de la destruction de la couche d’ozone, dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l’environnement, les scientifiques prédisent une récupération substantielle de la couche d’ozone d’ici 2050.

- (a) En utilisant des équations, expliquez la formation et la destruction de l’ozone dans la stratosphère par des processus naturels. [2]

Formation :

.....

.....

.....

Destruction :

.....

.....

.....

- (b) (i) Bien que l’on utilise de moins en moins les CFC nocifs, suggérez pourquoi on s’attend à ce que ces composés subsistent dans l’atmosphère pendant les 80 à 100 prochaines années. [1]

.....

.....

.....

.....

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



*(Suite de la question E2)*

- (ii) Discutez d'**un** avantage et de **deux** inconvénients de l'utilisation des hydrocarbures à la place des CFC. [3]

Avantage :

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

Inconvénients :

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





**E3.** La vitesse actuelle de dégradation des sols soulève de plus en plus d'inquiétudes, car elle pourrait affecter la production des aliments dans de nombreuses régions du monde.

Deux facteurs qui causent la dégradation des sols sont l'épuisement des nutriments et la pollution des sols. Discutez de ces **deux** facteurs comme causes de la dégradation des sols. [4]

Épuisement des nutriments :

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

Pollution des sols :

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



E4. Afin de transformer les eaux usées en eau potable, elles subissent une série d'étapes pour éliminer les substances dangereuses.

Le traitement tertiaire élimine les phosphates, les nitrates et les métaux lourds présents dans l'eau.

(a) Exprimez une équation ionique, symboles d'état compris, pour montrer comment le sulfure d'hydrogène gazeux,  $H_2S(g)$ , est en mesure d'éliminer les ions mercure(II),  $Hg^{2+}(aq)$ , quand on le fait barboter dans un échantillon d'eau. [2]

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

(b) Les lacs et les rivières contenant des taux élevés de nitrates et de phosphates sont menacés d'eutrophisation. Décrivez le processus d'eutrophisation. [2]

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



**Option F — Chimie alimentaire**

**F1.** Les antioxydants sont souvent utilisés pour prolonger la durée de conservation des aliments.

(a) Définissez le terme *antioxydant*. [1]

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

(b) Exprimez une source naturelle pour chacun des antioxydants d'origine naturelle suivants. [2]

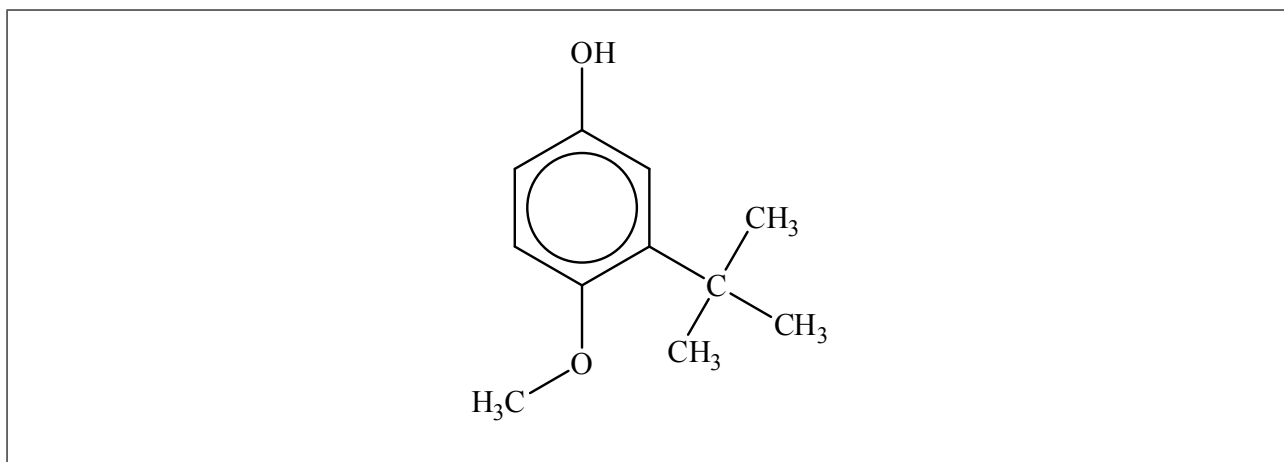
$\beta$ -carotène :  
.....  
Sélénium :  
.....

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



(Suite de la question F1)

- (c) La structure d'un antioxydant synthétique, 2-BHA (2-*tert*-butyl-4-hydroxyanisole) est représentée ci-dessous.



Entourez la partie de la molécule 2-BHA qui correspond :

- (i) au groupe phénolique, et légendez-la A. [1]
- (ii) au groupe butyle tertiaire, et légendez-la B. [1]
- (d) Discutez de **deux** avantages et d'**un** inconvénient des antioxydants d'origine naturelle et/ou synthétiques. [3]

Avantages :

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

Inconvénient :

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



**F2.** Les pigments d'origine naturelle donnent à de nombreux aliments leurs couleurs particulières.

(a) Énumérez **deux** facteurs qui peuvent affecter la stabilité de la couleur d'un pigment. [2]

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

(b) La chlorophylle est un pigment qui se trouve dans les légumes verts.

Une élève a décidé d'étudier l'effet de l'hydrogénocarbonate de sodium,  $\text{NaHCO}_3$ , et celui du vinaigre sur la couleur des petits pois verts cuits. Ses résultats sont présentés ci-dessous :

Expérience	Couleur des petits pois avant la cuisson	Couleur des petits pois après la cuisson
Petits pois chauffés dans de l'eau contenant du $\text{NaHCO}_3$	Vert	Vert
Petits pois chauffés dans de l'eau contenant du vinaigre	Vert	Brun-olive

(i) Exprimez comment l'hydrogénocarbonate de sodium préserve la couleur verte des petits pois. [1]

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

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



*(Suite de la question F2)*

- (ii) La structure de la chlorophylle est indiquée dans le Tableau 22 du Recueil de Données. Décrivez ce qui se passe au niveau de la structure de la chlorophylle quand les petits pois sont chauffés dans de l'eau contenant du vinaigre. [1]

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

- (iii) Exprimez la substance qui est responsable de la couleur brun-olive. [1]

.....  
.....

- (c) La couleur brune de la viande rôtie est due principalement aux produits des réactions de Maillard. Expliquez la chimie de ces réactions de brunissement non enzymatiques. [3]

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



**F3.** Au cours de ces dernières années, l'utilisation de l'huile de graines de soja par l'industrie alimentaire a augmenté. Un grand pourcentage de cette huile est produit à partir de graines de soja génétiquement modifiées.

Discutez de **deux** bénéfices et de **deux** problèmes de l'utilisation d'aliments génétiquement modifiés.

[4]

Bénéfices :

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

Problèmes :

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



**Option G — Complément de chimie organique**

**G1.** (a) Quand le 2-méthylbut-1-ène,  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ , réagit avec le bromure d'hydrogène, le principal produit organique formé est le 2-bromo-2-méthylbutane,  $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{Br})\text{CH}_2\text{CH}_3$ .

(i) Exprimez le nom du mécanisme qui décrit ce type de réaction. [1]

.....

(ii) Décrivez le mécanisme de cette réaction en utilisant des formules structurales et des flèches courbes pour représenter le mouvement des paires d'électrons. [3]

(iii) Expliquez pourquoi le principal produit organique est le 2-bromo-2-méthylbutane et non le 1-bromo-2-méthylbutane. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)





(Suite de la question G1)

- (b) Résumez **une** méthode grâce à laquelle le 2-bromo-2-méthylbutane pourrait être converti en 2-méthylbutan-2-ol. [1]

.....  
.....

- (c) Le 2-méthylbutan-2-ol peut également être synthétisé à partir du bromoéthane et de la propanone, via un intermédiaire organométallique. Exprimez les réactifs et les conditions requises pour préparer le réactif organométallique à partir du bromoéthane. [2]

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



- G2.** (a) Discutez de **trois** éléments de preuve distincts (physiques ou chimiques) montrant que la liaison entre les atomes carbone du benzène n'est pas simplement formée de liaisons covalentes carbone-carbone doubles et simples alternées.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Décrivez et expliquez les réactivités de l'iodobenzène et du (iodométhyl)benzène avec une solution aqueuse chaude d'hydroxyde de sodium.

[4]

Iodobenzène :

.....

.....

.....

.....

(Iodométhyl)benzène :

.....

.....

.....

.....



**G3.** (a) Expliquez pourquoi l'acide méthanoïque est un acide plus fort que l'acide éthanoïque. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Expliquez pourquoi l'acide 3-chloropropanoïque est un acide plus fort que l'acide propanoïque. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



3636