

## Chimie

### Niveau moyen

### Épreuve 3

Vendredi 12 mai 2017 (matin)

Numéro de session du candidat

1 heure

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 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).
- 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 de **[35 points]**.

Section A	Questions
Répondez à toutes les questions.	1 – 2

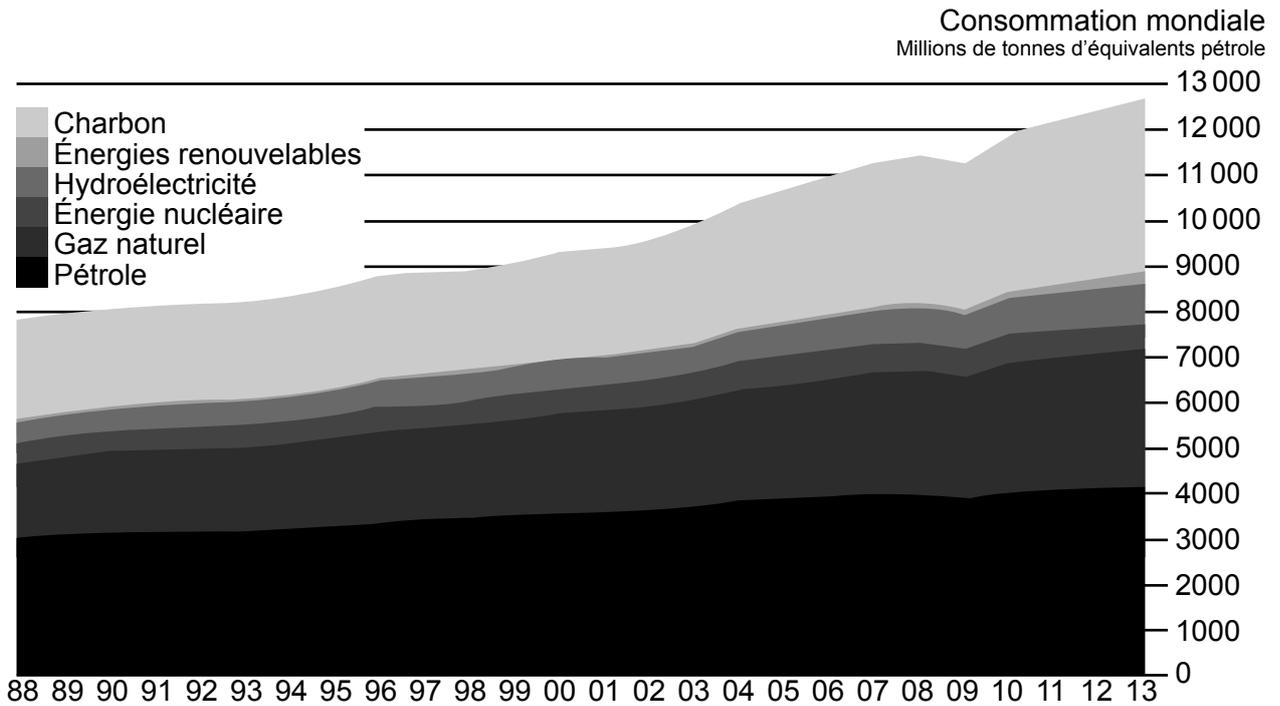
Section B	Questions
Répondez à toutes les questions d'une des options.	
Option A — Les matériaux	3 – 6
Option B — La biochimie	7 – 11
Option C — L'énergie	12 – 14
Option D — La chimie médicinale	15 – 19



### Section A

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

- 1. Il existe un lien entre la consommation énergétique mondiale et les émissions de dioxyde de carbone.
  - (a) Le graphique suivant représente la consommation énergétique mondiale selon le type d'énergie pour les années de 1988 à 2013.



[Source: BP statistical review of world energy, www.bp.com]

Estimez le pourcentage de la consommation d'énergie qui n'a **pas** directement produit de CO<sub>2</sub> en 2013.

[1]

.....

.....

.....

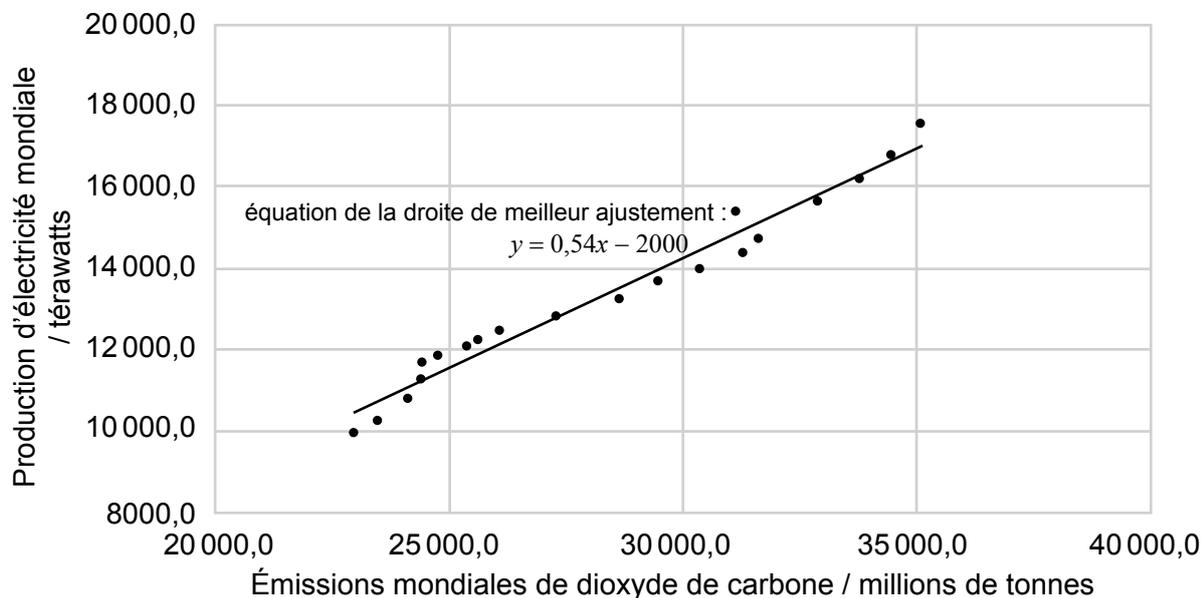
.....

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 1)**

- (b) Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production d'électricité consomment de l'O<sub>2</sub>. Le graphique montre la relation entre la production d'électricité mondiale et les émissions de CO<sub>2</sub> entre 1994 et 2013.



[Source: BP statistical review of world energy, www.bp.com]

Calculez la masse d'oxygène gazeux consommée, en millions de tonnes, qui se retrouve dans le CO<sub>2</sub> lors de la production de 18000 térawatts d'électricité, en vous servant de l'équation de la droite de meilleur ajustement fournie. Donnez votre réponse avec 2 chiffres significatifs. Supposez que le charbon est la seule source d'énergie.

[2]

.....

.....

.....

.....

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

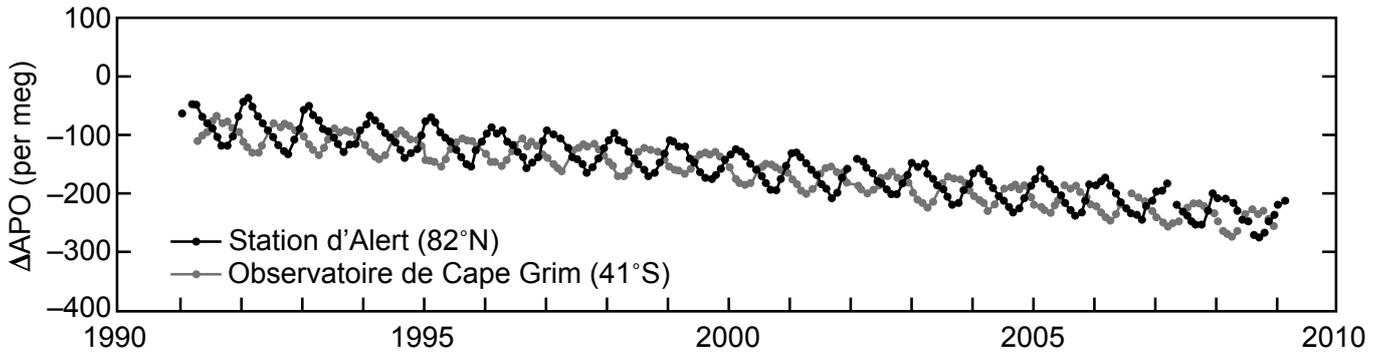


24EP03

Tournez la page

**(Suite de la question 1)**

- (c) On peut étudier les changements d'origine climatique dans les eaux océaniques à l'aide de mesures telles que le traceur appelé oxygène atmosphérique potentiel (APO, de l'anglais *Atmospheric Potential Oxygen*). Les tendances de la concentration d'oxygène atmosphérique potentiel provenant de deux stations, une dans chaque hémisphère, sont illustrées ci-dessous.



Tendances de l'oxygène atmosphérique potentiel (APO) basées sur les moyennes mensuelles entre 1990 et 2010.

[Source: www.ioos.noaa.gov]

- (i) L'expression de l'équilibre de l'échange de  $O_2$  entre l'atmosphère et les eaux de l'océan est  $O_2(g) \rightleftharpoons O_2(aq)$ . Identifiez **un** facteur qui déplace l'équilibre vers la droite. [1]

.....

.....

- (ii) Les facteurs tels que la photosynthèse et la respiration sont exclus, de sorte que l'oxygène atmosphérique potentiel n'est influencé que par les changements océaniques. Suggérez pourquoi les cycles saisonniers de la station d'Alert et de l'observatoire de Cape Grim sont différents. [2]

.....

.....

.....

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



24EP04

**(Suite de la question 1)**

- (iii) La variation du rapport  $O_2/N_2$  de l'APO, exprimée en unités « per meg », est mesurée relativement à un rapport  $O_2/N_2$  de référence.

$$\Delta(O_2/N_2) = \left( \frac{(O_2/N_2)_{\text{échantillon}}}{(O_2/N_2)_{\text{référence}}} - 1 \right) \times 10^6$$

Calculez la valeur de  $\Delta(O_2/N_2)$  de l'APO pour une concentration d'oxygène de 209 400 ppm en supposant que toute variation de la concentration de  $N_2$  est négligeable. Les valeurs de référence pour  $O_2$  et  $N_2$  sont 209 460 et 790 190 ppm respectivement.

[1]

.....

.....

.....

.....

- (iv) Suggérez une raison pour la pente générale négative de la courbe de l'APO donnée en (c).

[1]

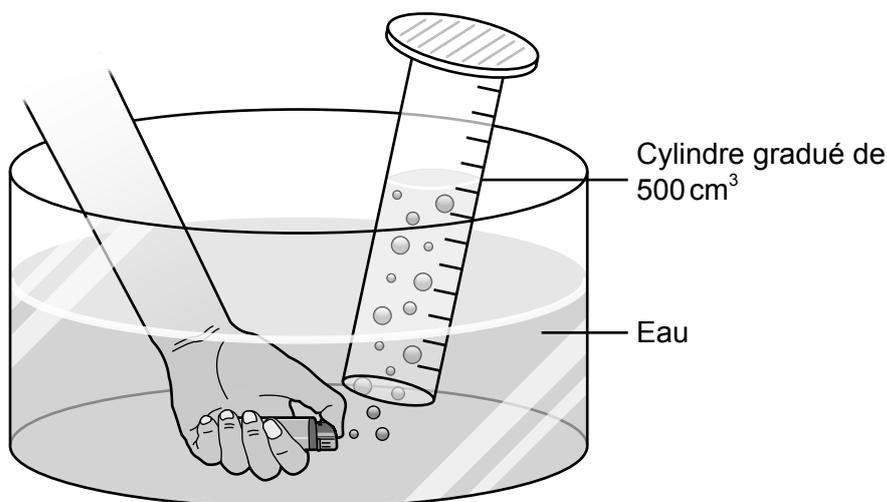
.....

.....

.....



2. Les briquets jetables en plastique contiennent du butane gazeux. Dans le but de déterminer la masse molaire du butane, on peut recueillir le gaz par déplacement d'eau, tel qu'illustré ci-dessous :



- (a) Énumérer les données que l'élève doit recueillir dans cette expérience.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Expliquez pourquoi cette expérience pourrait donner un résultat faible pour la masse molaire du butane.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Suggérez **une** amélioration pour cette expérience.

[1]

.....

.....

.....



### Section B

Répondez à **toutes** les questions d'**une** des options. Rédigez vos réponses dans les cases prévues à cet effet.

#### Option A — Les matériaux

3. Les nanocomposites de polymères possèdent souvent une meilleure performance structurale que les matériaux conventionnels. La gravure lithographique et la coordination de métaux sont deux méthodes d'assemblage de ces matériaux nanocomposites.

(a) Exprimez les deux phases distinctes d'un composite. [2]

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

(b) Identifiez les méthodes d'assemblage des nanocomposites en remplissant le tableau. [2]

	Physique ou chimique	De bas en haut ou de haut en bas
Lithographie	.....	.....
Coordination des métaux	.....	.....

(c) Les nanoparticules fixent les plastifiants dans le PVC, de façon à ce qu'ils ne puissent pas s'échapper facilement du polymère.

(i) Expliquez comment la structure des plastifiants leur permet d'assouplir le PVC. [3]

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

(ii) Suggérez une raison pour laquelle les nanoparticules peuvent mieux fixer les plastifiants dans le polymère. [1]

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

(L'option A continue sur la page suivante)

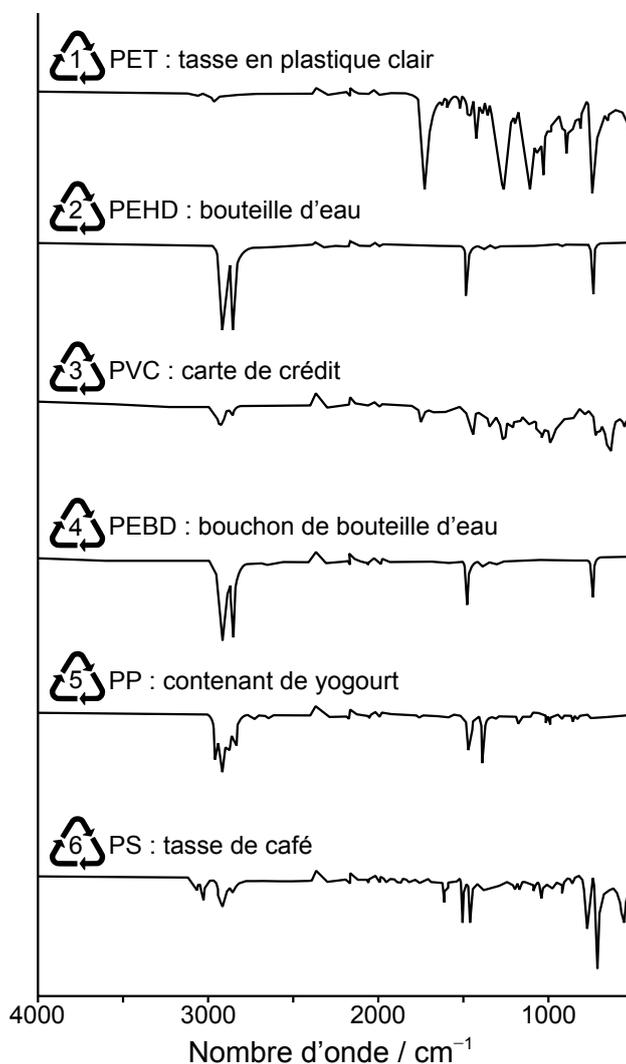


24EP07

Tournez la page

(Suite de l'option A)

4. Les spectres infrarouges (IR) peuvent être utilisés pour distinguer les différents types de matières plastiques. Quelques spectres IR simplifiés sont fournis ci-dessous.



[Source : M Rozov, TK Valdez, L Valdez et RK Upmacis, (2013), « Teaching Green Chemistry Principles to Undergraduate Students », *Athens Journal of Sciences*.]

Expliquez, en faisant référence à la structure moléculaire, quels sont les deux types de matières plastiques qui ne peuvent pas être distingués par spectroscopie IR.

[2]

.....

.....

.....

(L'option A continue sur la page suivante)



24EP08

**(Suite de l'option A)**

5. Le rhodium et le palladium sont souvent utilisés ensemble dans les convertisseurs catalytiques. Le rhodium est un bon catalyseur de réduction, alors que le palladium est un bon catalyseur d'oxydation.

(a) Dans un convertisseur catalytique, le monoxyde de carbone est converti en dioxyde de carbone. Résumez le processus de cette conversion en vous référant au métal utilisé. [3]

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

(b) (i) Le nickel est également utilisé comme catalyseur. Il est préparé à partir d'un minerai jusqu'à l'obtention d'une solution de chlorure de nickel(II). À l'aide des sections 24 et 25 du recueil de données, identifiez **un** métal qui ne réagira pas avec l'eau et qui peut être utilisé pour extraire le nickel de la solution. [1]

.....

(ii) Déduisez l'équation redox de la réaction de la solution de chlorure de nickel(II) avec le métal identifié dans la partie (b)(i). [1]

.....  
.....

(c) Une autre méthode d'obtention du nickel est l'électrolyse d'une solution de chlorure de nickel(II). Calculez la masse de nickel, en g, obtenue en faisant passer un courant de 2,50 A dans la solution durant exactement 1 heure.  
Charge (Q) = courant (I) × temps (t). [2]

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

**(L'option A continue sur la page suivante)**



24EP09

**Tournez la page**

**(Suite de l'option A)**

6. Les cristaux liquides sur silicium, CLS, utilisent des cristaux liquides pour contrôler l'intensité lumineuse d'un pixel. Le degré de rotation du plan de la lumière polarisée est déterminé par la tension reçue de la puce de silicium.

(a) Une molécule de cristal liquide doit posséder deux propriétés importantes : être une molécule polaire et avoir une longue chaîne alkyle. Expliquez pourquoi ces propriétés sont des composantes essentielles d'une molécule de cristal liquide.

[2]

Molécule polaire :

.....  
.....

Longue chaîne alkyle :

.....  
.....

(b) On peut analyser les impuretés métalliques au cours de la production des CLS au moyen de la spectroscopie ICP-MS. Chaque métal possède une limite de détection au-dessous de laquelle l'incertitude des données est trop élevée pour être valide. Suggérez **un** facteur qui pourrait influencer une limite de détection dans la spectroscopie ICP-MS/ICP-OES.

[1]

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

**Fin de l'option A**



24EP10

**Option B — La biochimie**

7. Les structures des acides aminés cystéine, glutamine et lysine sont fournies à la section 33 du recueil de données.

(a) Déduisez la formule structurale du dipeptide Cys-Lys. [2]

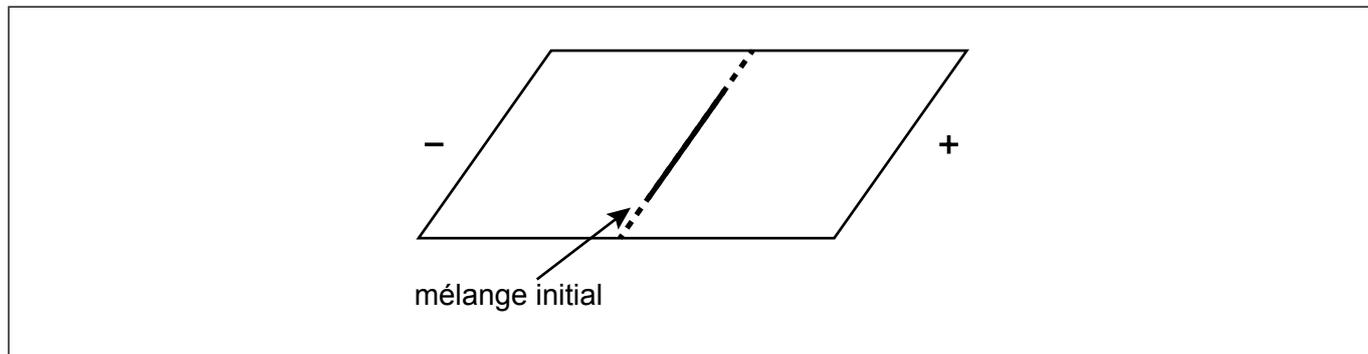
(b) Identifiez le type de liaison entre deux résidus cystéine dans la structure tertiaire d'une protéine. [1]

.....

(c) Déduisez la formule structurale de la forme prédominante de la cystéine à pH 1,0. [1]

(d) Un mélange des trois acides aminés, cystéine, glutamine et lysine, est placé au centre d'une plaque carrée couverte de gel de polyacrylamide. Le gel est saturé d'une solution tampon à pH 6,0. Des électrodes sont connectées aux côtés opposés du gel et une différence de potentiel est appliquée.

Sur le schéma, representez des lignes montrant les positions relatives des trois acides aminés après l'électrophorèse. [2]



(L'option B continue sur la page suivante)



24EP11

Tournez la page

**(Suite de l'option B)**

8. L'huile de tournesol contient les acides gras stéarique, oléique et linoléique. Les formules structurales de ces acides sont fournies à la section 34 du recueil de données.

(a) Expliquez lequel de ces acides gras possède le point d'ébullition le plus élevé. [2]

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

(b) 10,0g d'huile de tournesol réagissent complètement avec 123 cm<sup>3</sup> d'une solution d'iode 0,500 mol dm<sup>-3</sup>. Calculez l'indice d'iode de l'huile de tournesol arrondi au nombre entier le plus proche. [3]

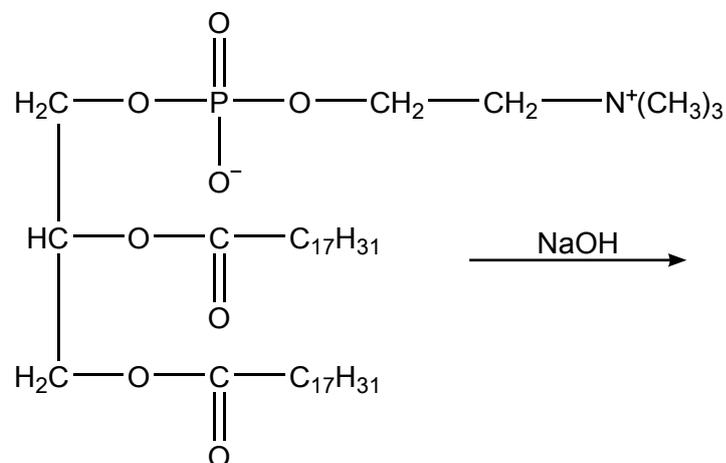
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**(L'option B continue sur la page suivante)**



**(Suite de l'option B)**

9. Une réaction chimique se produit lorsqu'un phospholipide est chauffé avec un excès d'hydroxyde de sodium.



- (a) Le glycérol est un produit de la réaction. Identifiez les deux autres produits organiques. [2]

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

- (b) Identifiez le type de réaction qui a lieu. [1]

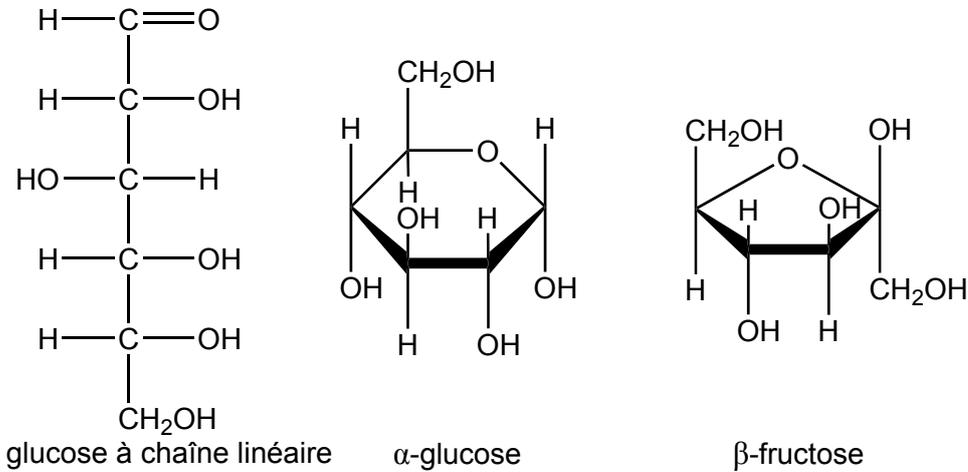
.....

**(L'option B continue sur la page suivante)**



(Suite de l'option B)

10. Les monosaccharides peuvent se combiner pour former des disaccharides et des polysaccharides.



(a) Identifiez les groupements fonctionnels présents dans seulement une structure du glucose. [2]

<p>Seulement dans la forme à chaîne linéaire :</p> <p>.....</p> <p>Seulement dans la structure cyclique :</p> <p>.....</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(b) Le saccharose est un disaccharide formé de  $\alpha$ -glucose et de  $\beta$ -fructose. Déduisez la formule structurale du saccharose. [1]

--

(L'option B continue sur la page suivante)



**(Option B, suite de la question 10)**

- (c) L'amidon est un constituant de nombreuses matières plastiques. Suggérez **une** raison pour inclure l'amidon dans les matières plastiques. [1]

.....  
.....

- (d) Suggérez **un** des défis auxquels font face les scientifiques lorsqu'ils augmentent la production de la synthèse d'un nouveau composé. [1]

.....  
.....

11. À l'aide de la section 35 du recueil de données, suggérez, du point de vue de sa structure, pourquoi la vitamine D est liposoluble. [1]

.....  
.....

**Fin de l'option B**



24EP15

**Tournez la page**

**Option C — L'énergie**

**12.** Le Soleil est la principale source d'énergie utilisée sur Terre.

- (a) (i) Une réaction de fusion qui se produit dans le Soleil est la fusion du deutérium,  ${}^2_1\text{H}$ , avec le tritium,  ${}^3_1\text{H}$ , pour former l'hélium,  ${}^4_2\text{He}$ . Exprimez une équation nucléaire de cette réaction. [1]

.....  
.....

- (ii) À l'aide de la section 36 du recueil de données, expliquez pourquoi cette réaction de fusion libère de l'énergie. [2]

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

- (iii) Exprimez la technique utilisée pour démontrer que le Soleil est principalement composé d'hydrogène et d'hélium. [1]

.....  
.....

- (b) Les molécules colorées absorbent la lumière solaire. Identifiez les caractéristiques des liaisons dans de telles molécules. [1]

.....  
.....

**(L'option C continue sur la page suivante)**



**(Suite de l'option C)**

13. Il existe de nombreuses sources d'énergie disponibles.

(a) Exprimez **un** avantage et **un** inconvénient pour chaque source d'énergie dans le tableau.

[4]

Source d'énergie	Avantage	Inconvénient
Biocarburants	..... ..... .....	..... ..... .....
Combustibles fossiles	..... ..... .....	..... ..... .....

(b) (i) Calculez l'énergie spécifique de l'hydrogène, en exprimant ses unités. Référez-vous aux sections 1, 6 et 13 du recueil de données.

[2]

.....

.....

.....

(ii) L'hydrogène a une énergie spécifique plus élevée que l'essence, mais il n'est pas utilisé comme source principale de carburant dans les automobiles. Discutez les désavantages de l'utilisation de l'hydrogène.

[2]

.....

.....

.....

.....

(L'option C continue sur la page suivante)

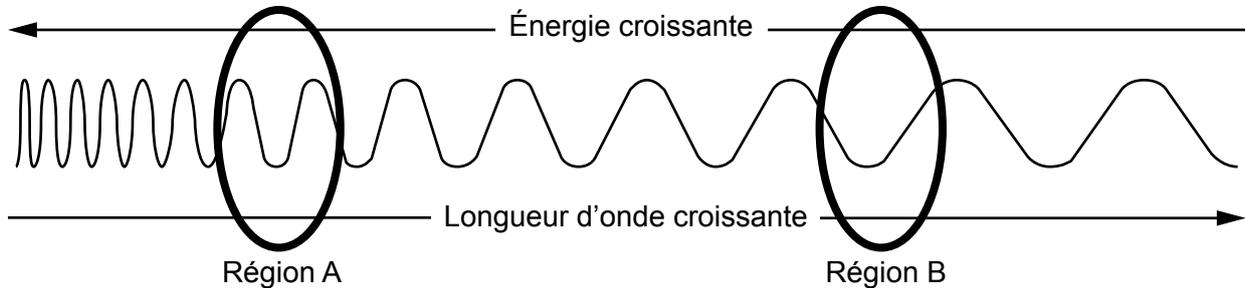


24EP17

Tournez la page

**(Suite de l'option C)**

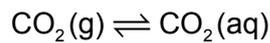
14. La combustion des combustibles fossiles produit de grandes quantités de CO<sub>2</sub>, un gaz responsable de l'effet de serre. Le schéma ci-dessous illustre une gamme de longueurs d'onde dans le spectre électromagnétique.



(a) Identifiez quelle région, **A** ou **B**, correspond à chaque type de rayonnement en complétant le tableau. [1]

Type de rayonnement	Région
Rayons solaires incidents	.....
Renvoyés par la surface de la Terre	.....
Absorbés par le CO <sub>2</sub> dans l'atmosphère	.....

(b) (i) Les océans peuvent agir comme des puits de carbone, en captant du CO<sub>2</sub>(g) de l'atmosphère.



Le dioxyde de carbone aqueux, CO<sub>2</sub>(aq), réagit rapidement avec l'eau de l'océan selon une nouvelle réaction d'équilibre. Construisez l'équation d'équilibre de cette réaction en incluant les symboles précisant l'état physique. [1]

.....

.....

(L'option C continue sur la page suivante)



**(Option C, suite de la question 14)**

- (ii) Décrivez comment de grandes quantités de  $\text{CO}_2$  peuvent réduire le pH de l'océan, en utilisant une équation pour étayer votre réponse. [2]

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

- (c) Le gaz de synthèse, ou syngaz, principalement composé de  $\text{CO}(\text{g})$  et de  $\text{H}_2(\text{g})$ , est une forme alternative de combustible. Il peut être produit par la gazéification du charbon ou de la biomasse, en faisant passer de la vapeur sur la matière première dans un environnement à faible teneur en oxygène.

- (i) Suggérez une équation de la production du gaz de synthèse à partir du charbon. [1]

.....  
.....

- (ii) Le procédé Fischer-Tropsch, une méthode de liquéfaction indirecte du charbon, convertit  $\text{CO}(\text{g})$  et  $\text{H}_2(\text{g})$  en hydrocarbures de poids moléculaire plus élevé et en vapeur. Déduisez l'équation de la production de l'octane par ce procédé. [1]

.....  
.....

- (iii) Suggérez une raison pour laquelle le gaz de synthèse peut être considéré comme une alternative viable au pétrole brut. [1]

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

**Fin de l'option C**



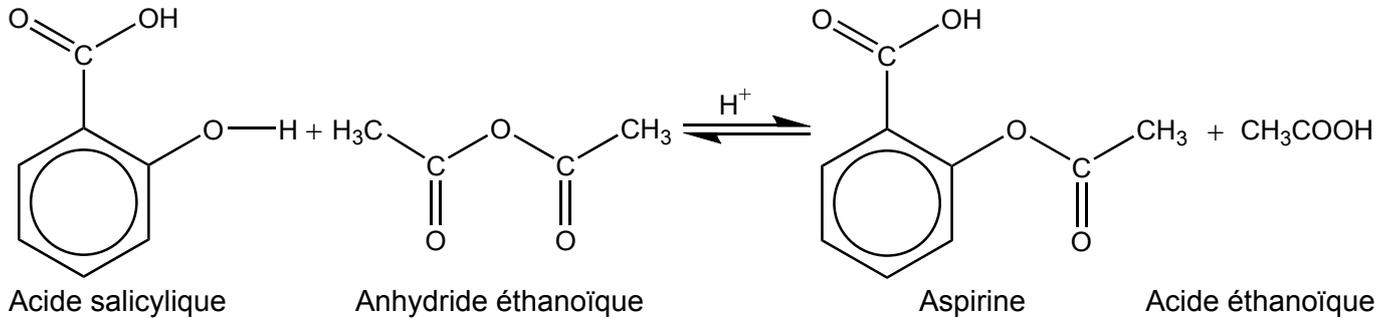
24EP19

Tournez la page

**Option D — La chimie médicinale**

15. L'aspirine est un des médicaments les plus largement utilisés dans le monde.

(a) L'aspirine a été synthétisée à partir de 2,65 g d'acide salicylique (acide 2-hydroxybenzoïque) ( $M_r = 138,13$ ) et de 2,51 g d'anhydride éthanoïque ( $M_r = 102,10$ ).



(i) Calculez les quantités, en mol, de chaque réactif. [1]

.....

.....

.....

.....

(ii) Calculez, en g, le rendement théorique en aspirine. [1]

.....

.....

.....

(iii) Exprimez **deux** techniques, qui pourraient être utilisées pour confirmer l'identité de l'aspirine. [2]

.....

.....

.....

(L'option D continue sur la page suivante)



**(Option D, suite de la question 15)**

(b) (i) Exprimez comment l'aspirine peut être convertie en aspirine soluble dans l'eau. [1]

.....  
.....

(ii) Comparez, en donnant une justification, la biodisponibilité de l'aspirine soluble à celle de l'aspirine. [1]

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

**16.** Les structures de la morphine, de l'héroïne et de la codéine sont fournies à la section 37 du recueil de données.

(a) Expliquez pourquoi l'héroïne traverse la barrière hémato-encéphalique (sang – cerveau) plus facilement que la morphine. [2]

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

(b) Suggérez un réactif utilisé pour préparer l'héroïne à partir de la morphine. [1]

.....

(c) Suggérez **une** raison pour laquelle la codéine est disponible sans prescription dans certains pays alors que l'administration de la morphine n'intervient que sous surveillance médicale stricte. [1]

.....  
.....

**(L'option D continue sur la page suivante)**



24EP21

**Tournez la page**

**(Suite de l'option D)**

17. Un certain nombre de médicaments ont été mis au point pour traiter l'excès d'acidité gastrique.

(a) Résumez comment la ranitidine (Zantac) et l'oméprazole (Prilosec) fonctionnent pour réduire l'acidité gastrique.

[2]

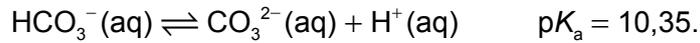
Ranitidine:

.....  
.....

Omeprazole:

.....  
.....

(b) 0,500 g de carbonate de sodium anhydre solide,  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ , est dissous dans  $75,0 \text{ cm}^3$  d'une solution d'hydrogénocarbonate de sodium  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ ,  $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ . Supposez que le volume ne varie pas lorsque le sel est dissous.



Calculez le pH de la solution tampon.

[2]

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

**(L'option D continue sur la page suivante)**



24EP22

**(Suite de l'option D)**

18. Les structures de l'oseltamivir (Tamiflu) et du zanamivir (Relenza) sont fournies à la section 37 du recueil de données.

- (a) (i) Comparez et opposez les structures de l'oseltamivir et du zanamivir, en exprimant les noms des groupements fonctionnels. [2]

Une similitude :

.....

Une différence :

.....

.....

- (ii) À l'aide de la section 26 du recueil de données, déduisez le nombre d'onde d'une absorbance observée dans le spectre IR de seulement un des composés. [1]

.....

.....

- (b) Suggérez **une** considération éthique à laquelle les chercheurs en médecine sont confrontés lorsqu'ils mettent au point des médicaments. [1]

.....

.....

.....

**(L'option D continue sur la page suivante)**



24EP23

**Tournez la page**

**(Suite de l'option D)**

19. La production de nombreux produits pharmaceutiques implique l'utilisation de solvants.

(a) Suggérez **un** problème associé aux solvants organiques chlorés comme déchets chimiques.

[1]

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

(b) Suggérez comment les principes de la chimie verte peuvent être utilisés pour résoudre les problèmes environnementaux causés par les solvants organiques.

[1]

.....  
.....

**Fin de l'option D**



24EP24