

## Chimie

### Niveau moyen

### Épreuve 3

Vendredi 13 mai 2016 (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).
- Section A : répondez à toutes les questions.
- Section B : répondez à toutes les questions d'une 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 de **[35 points]**.

Option	Questions
Option A — Les matériaux	3 – 7
Option B — La biochimie	8 – 10
Option C — L'énergie	11 – 15
Option D — La chimie médicinale	16 – 19



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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.

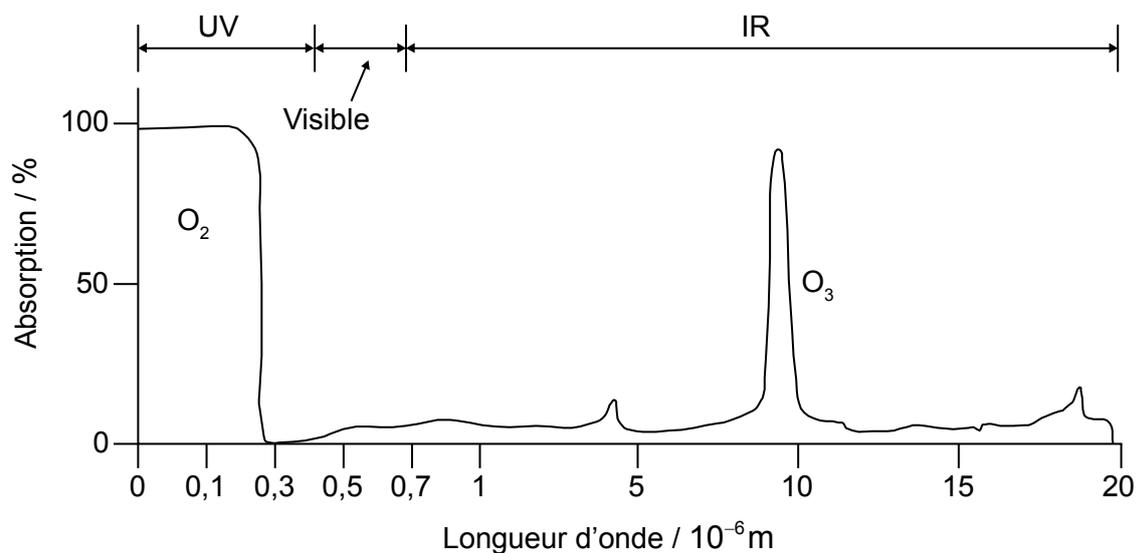


### Section A

Répondez à **toutes** les questions.

1. L'absorption du rayonnement infrarouge (IR) par des molécules dans l'atmosphère affecte les températures de la planète.

**Graphique des absorbances de l'IR pour les molécules d'oxygène et d'ozone**



[Source : adapté de 2007 Thomson Higher Education, www.acs.org]

- (a) En utilisant le graphique, indiquez, en donnant vos justifications, si l'oxygène et l'ozone sont ou non des gaz à effet de serre. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)



28EP03

Tournez la page

**(Suite de la question 1)**

- (b) Les données suivantes ont été compilées pour une gamme de molécules qui peuvent se trouver dans l'atmosphère.

Molécule	Intensité intégrée d'une bande IR* / km mol <sup>-1</sup>	Moment dipolaire moléculaire / Debyes	PRP** sur 100 ans
CO <sub>2</sub>	25,7	0	1
CCl <sub>4</sub>	443,7	0	1 400
CCl <sub>3</sub> F	705,2	0,45	4 750
CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	970,1	0,51	10 900
CClF <sub>3</sub>	1199	0,50	14 400
CF <sub>4</sub>			

[Sources : « Identifying the Molecular Origin of Global Warming », Partha P Bera, Joseph S Francisco et Timothy J Lee. Publié dans *J. Phys. Chem. A*, Vol. 113, No. 45, 2009 et consulté sur [www.r744.com](http://www.r744.com)]

\*L'intensité intégrée d'une bande IR est une mesure du degré d'absorption par une molécule du rayonnement infrarouge qui traverse l'atmosphère.

\*\*PRP : Le potentiel de réchauffement de la planète (PRP) est une mesure relative de la contribution totale du composé au réchauffement de la planète sur une période de temps spécifiée. Cette mesure est comparée à la même masse de CO<sub>2</sub>, qui a un PRP de 1.

- (i) Utilisez les données d'intensité intégrée d'une bande IR du tableau pour estimer la valeur pour CF<sub>4</sub>.

[1]

.....

.....

- (ii) Expliquez l'augmentation du moment dipolaire moléculaire lorsqu'un atome de chlore dans CCl<sub>4</sub> est remplacé par le fluor pour donner CCl<sub>3</sub>F.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



**(Suite de la question 1)**

- (iii) Résumez la relation entre le PRP sur 100 ans et l'intensité intégrée d'une bande IR pour  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CCl}_3\text{F}$ ,  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  et  $\text{CClF}_3$ . [1]

.....

.....

.....

- (iv) Examinez s'il existe une relation générale entre l'intensité intégrée d'une bande IR et le moment dipolaire moléculaire. [1]

.....

.....

.....

.....

- (v)  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  et  $\text{CClF}_3$  ont été développés pour être utilisés comme fluides frigorigènes, mais ils sont aujourd'hui remplacés par d'autres produits chimiques. Commentez leur utilisation, en faisant référence aux valeurs du tableau et à d'autres problèmes environnementaux. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. Un élève souhaite déterminer la concentration d'une solution d'hydroxyde de sodium en la titrant par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ .

4,00 g de pastilles d'hydroxyde de sodium ont été utilisés pour préparer  $1,00 \text{ dm}^3$  de solution aqueuse.

Des échantillons de  $20,0 \text{ cm}^3$  de la solution d'hydroxyde de sodium ont été titrés en utilisant le bleu de bromothymol comme indicateur.

(a) Résumez, en donnant vos justifications, comment vous prépareriez avec soin  $1,00 \text{ dm}^3$  de la solution aqueuse, à partir de 4,00 g de pastilles d'hydroxyde de sodium. [2]

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

(b) (i) Indiquez le changement de couleur de l'indicateur que l'élève observerait au cours du titrage, en vous aidant de la section 22 du recueil de données. [1]

.....  
.....

(ii) L'élève a ajouté l'acide trop rapidement. Résumez, en donnant votre justification, comment cela pourrait influencer la concentration calculée. [2]

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

(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 2)**

- (c) Suggérez pourquoi, même si la préparation de la solution et l'exécution du titrage ont été effectués très soigneusement, des résultats largement différents ont été obtenus. [1]

.....

.....



### Section B

Répondez à **toutes** les questions d'**une** des options.

#### Option A — Les matériaux

3. Il est possible d'extraire le fer d'un minerai contenant  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dans un haut fourneau par réaction avec du coke, de la chaux et de l'air. On peut obtenir l'aluminium par électrolyse d'un minerai contenant  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

(a) Indiquez l'équation redox globale lorsque le monoxyde de carbone réduit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en Fe. [1]

.....  
.....

(b) Prédisez les propriétés magnétiques de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , en termes de structure électronique de chaque ion métallique, en donnant vos justifications. [2]

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  :

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

$\text{Al}_2\text{O}_3$  :

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

(L'option A continue sur la page suivante)



**(Option A, suite de la question 3)**

- (c) L'alumine fondue,  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{l})$ , a été électrolysée par le passage d'une charge de  $2,00 \times 10^6 \text{ C}$  dans la cellule. Calculez la masse d'aluminium produite, en utilisant les sections 2 et 6 du recueil de données. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**4. Les nanocatalyseurs possèdent de grandes surfaces par unité de masse.**

- (a) Identifiez **un** problème lié à l'utilisation des catalyseurs à l'échelle nanométrique. [1]

.....

.....

.....

- (b) Expliquez comment les zéolites agissent comme catalyseurs sélectifs. [2]

.....

.....

.....

.....

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



**(Option A, suite de la question 4)**

- (c) Les nanotubes de carbone, qui peuvent être produits par la méthode au HIPCO, présentent un énorme potentiel comme nanocatalyseurs. Identifiez le catalyseur et les conditions utilisés dans la méthode au HIPCO. [2]

Catalyseur :

.....

Conditions :

.....

.....

- 5.** Décrivez en quoi les structures des céramiques diffèrent de celles des métaux. [2]

.....

.....

.....

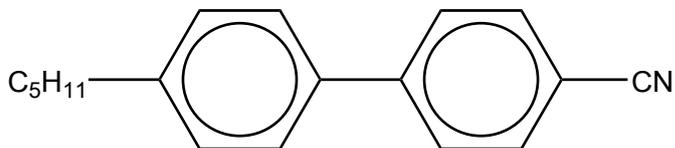
.....

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



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

6. Les nitriles biphenyliques, comme la molécule illustrée ci-dessous, ont été les premières molécules de cristaux liquides thermotropes synthétisées.



(a) Suggérez de quelle manière une modification de la taille ou de la forme de la chaîne d'hydrocarbure influencerait le comportement de cristal liquide de la molécule. [1]

.....

.....

.....

(b) Expliquez pourquoi le groupement nitrile permet l'utilisation de ces molécules dans les affichages à cristaux liquides (ACL). [2]

.....

.....

.....

.....

.....

7. Le chloroéthène subit une polymérisation avec un initiateur radicalaire pour produire la forme atactique du polychloroéthylène (PVC).

(a) Représentez la forme atactique du polychloroéthylène en y faisant figurer **quatre** unités. [1]

.....

(L'option A continue sur la page suivante)



Tournez la page

**(Option A, suite de la question 7)**

- (b) (i) Expliquez, en termes moléculaires, pourquoi le PVC devient plus flexible et plus souple lorsqu'un plastifiant est ajouté. [2]

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

- (ii) Indiquez **un** type de composé qui peut être utilisé comme plastifiant. [1]

.....

- (c) Suggérez un problème environnemental associé à l'utilisation du PVC. [1]

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

**Fin de l'option A**



**Option B — La biochimie**

8. La déhydroépiandrostérone (DHEA) est une substance interdite par le Code mondial antidopage.

- (a) L'abus de stéroïdes comporte quelques risques pour la santé, certains sont généraux, d'autres sont spécifiques aux hommes et d'autres aux femmes. Identifiez **un** risque pour la santé dans **chaque** catégorie.

[3]

Risque général :

.....  
.....

Risque pour les hommes :

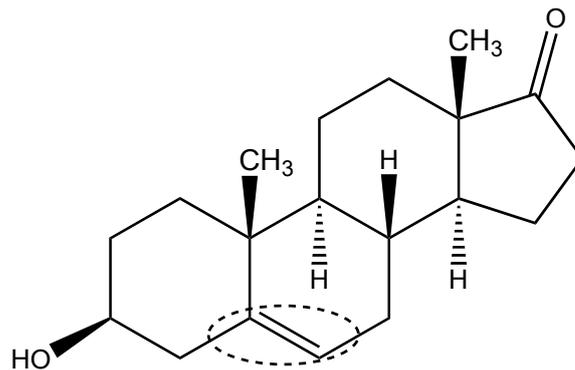
.....  
.....

Risque pour les femmes :

.....  
.....

- (b) (i) Indiquez le nom du groupement fonctionnel entouré dans la molécule de DHEA illustrée ci-dessous.

[1]



.....

(L'option B continue sur la page suivante)



28EP13

Tournez la page

**(Option B, suite de la question 8)**

- (ii) Identifiez la caractéristique de cette structure qui permet de la classer comme un stéroïde. [1]

.....  
.....

- (c) La production de stéroïdes interdits a des implications d'ordre éthique. Suggérez une raison pour laquelle la recherche dans le domaine des stéroïdes doit être soutenue. [1]

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

9. Les acides aminés, illustrés à la section 33 du recueil de données, peuvent être combinés pour former des polypeptides et des protéines.

- (a) Déduisez la structure de la forme la plus abondante de la glycine dans chacune des trois solutions tampons, à pH 1,0, 6,0 et 11,0. [3]

pH 1,0	pH 6,0	pH 11,0

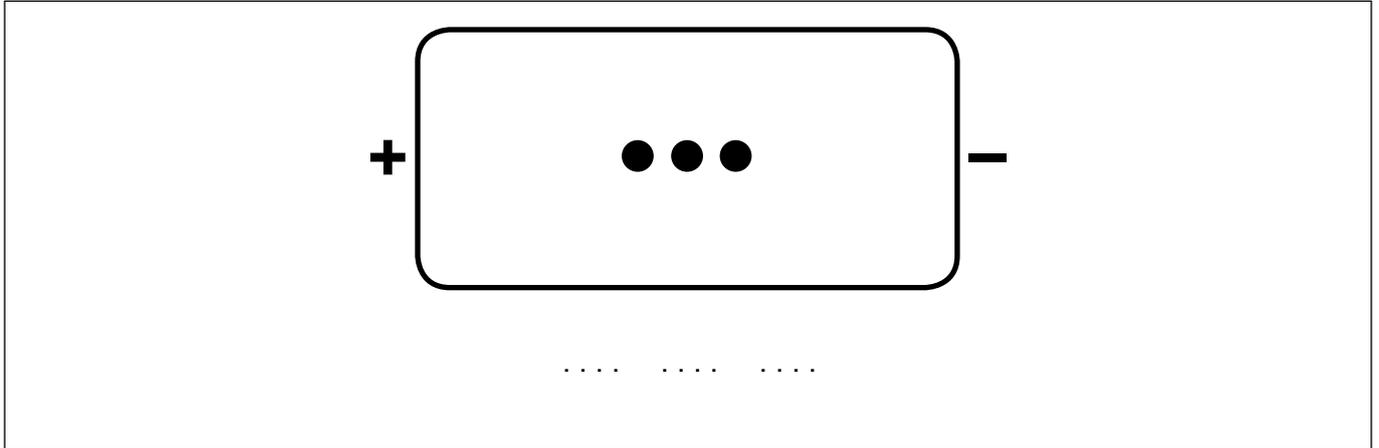
(L'option B continue sur la page suivante)



**(Option B, suite de la question 9)**

(b) Un tripeptide, **X**, contenant la leucine (Leu), la lysine (Lys) et l'acide glutamique (Glu), est hydrolysé et séparé par électrophorèse sur gel, dans une solution tampon de pH 6,0.

(i) Prédisez le résultat de l'électrophorèse en légendant les trois taches ci-dessous avec les noms des acides aminés. [2]



(ii) Déduisez le nombre de tripeptides qui peuvent être formés en utilisant les trois acides aminés du tripeptide **X**. [1]

.....

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



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

10. Le glucose,  $C_6H_{12}O_6$ , est un monosaccharide que notre organisme peut utiliser comme source d'énergie.

(a) Déduisez l'équation de la respiration cellulaire du glucose.

[1]

.....  
.....

(b) Calculez l'énergie, en kJ, produite à partir de 15,0g de glucose, si son enthalpie de combustion est  $-2803 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

[2]

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

(c) Le glucose est l'élément constitutif de l'amidon, lequel peut être utilisé pour fabriquer des bioplastiques. Résumez **deux** avantages et **deux** inconvénients des plastiques biodégradables.

[4]

Deux avantages :

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

Deux inconvénients :

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

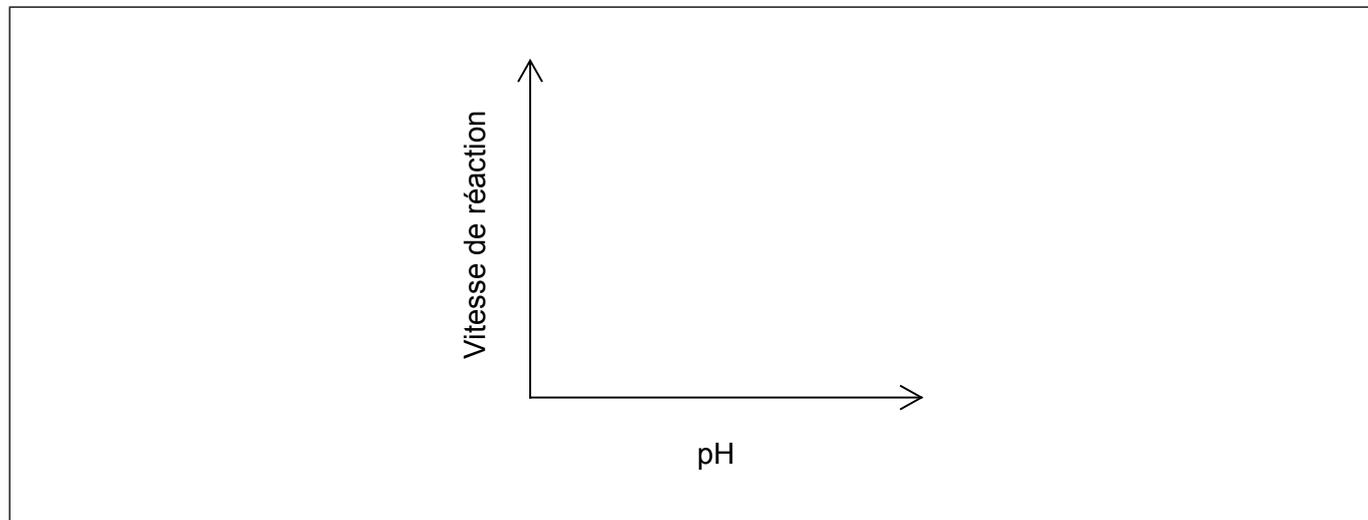
(L'option B continue sur la page suivante)



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

- (d) Les bioplastiques peuvent être dégradés grâce à des réactions catalysées par des enzymes. Représentez un graphique illustrant comment la vitesse de cette réaction varie avec le pH.

[1]



**Fin de l'option B**



28EP17

**Tournez la page**

**Option C — L'énergie**

11. L'hexane,  $C_6H_{14}$ , n'est pas un carburant approprié pour les moteurs à combustion interne, étant donné qu'il a tendance à l'auto-ignition, ce qui provoque un « cliquetis ».

(a) (i) L'hexane peut être converti en différents produits organiques par un procédé de reformage. Identifiez **un** de ces produits. [1]

.....  
.....

(ii) Suggérez pourquoi le produit cité dans la partie (a)(i) a une tendance moindre à l'auto-ignition que l'hexane. [1]

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

(b) (i) L'octane,  $C_8H_{18}$ , peut subir une combustion complète dans des conditions appropriées. Calculez l'énergie spécifique de l'octane, en  $kJg^{-1}$ , en utilisant les sections 1, 6 et 13 du recueil de données. [1]

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

(L'option C continue sur la page suivante)



**(Option C, suite de la question 11)**

- (ii) L'énergie spécifique de l'éthanol est de  $29,7 \text{ kJ g}^{-1}$ . Évaluez l'addition d'éthanol à l'octane (ou ses isomères) pour l'utilisation comme carburant dans les véhicules automobiles, en donnant **un avantage** et **un inconvénient**. [2]

Avantage :

.....

.....

Inconvénient :

.....

.....

- (c) Le charbon peut être chauffé avec de la vapeur pour produire un gaz naturel synthétique. Formulez une équation pour illustrer la formation de méthane,  $\text{CH}_4(\text{g})$ , à partir de charbon,  $\text{C}(\text{s})$ , et de vapeur,  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . [1]

.....

.....

- 12.** Les huiles végétales et le carburant diesel possèdent un contenu énergétique similaire, mais les huiles végétales ne sont pas habituellement utilisées comme carburant dans les moteurs à combustion interne.

- (a) Les réactions de transestérification permettent de convertir les huiles de cuisson usées en biocarburants. Identifiez un réactif et un catalyseur requis pour cette conversion. [2]

Réactif :

.....

Catalyseur :

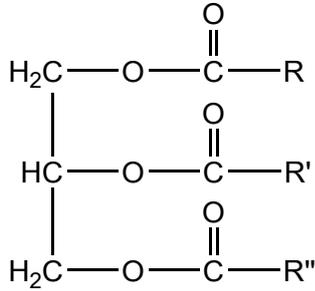
.....

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



**(Option C, suite de la question 12)**

- (b) Déduisez l'équation de la réaction qui se produit, en considérant que l'huile végétale possède la formule représentée ci-dessous. [2]



- (c) Les scientifiques du monde entier mènent des recherches sur des alternatives aux combustibles fossiles. Suggérez pourquoi la collaboration est importante. [1]

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

**13. Les réactions de fusion et de fission sont des réactions nucléaires importantes.**

- (a) Le curium,  $^{240}\text{Cm}$ , a été synthétisé en bombardant des noyaux de thorium,  $^{232}\text{Th}$ , avec des noyaux de carbone-12. Exprimez une équation pondérée de cette réaction. [1]

.....  
.....

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



**(Option C, suite de la question 13)**

(b) L'uranium-235 possède une demi-vie de  $7,038 \times 10^8$  années.

(i) Déterminez le temps requis pour que la masse de  $^{235}\text{U}$  dans un échantillon contenant au départ 1,000 g de  $^{235}\text{U}$  soit réduite à 0,125 g. [1]

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

(ii) Résumez pourquoi les produits de fission de l'uranium-235 doivent être éliminés avec soin. [1]

.....  
.....

(c) Résumez pourquoi un élément comme le thorium, Th, subit généralement la fission nucléaire, alors que l'hélium, He, subit une fusion nucléaire. [1]

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

**14.** Le dioxyde de carbone atmosphérique et le dioxyde de carbone aqueux dans les océans forment un équilibre hétérogène.

Expliquez l'effet d'une augmentation des concentrations du dioxyde de carbone atmosphérique sur le pH des océans, en incluant une équation dans votre réponse. [3]

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

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



28EP21

**Tournez la page**

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

15. Le dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>, est un gaz à effet de serre. Résumez, en termes moléculaires, comment les molécules de dioxyde de carbone absorbent le rayonnement infrarouge. [2]

.....

.....

.....

.....

**Fin de l'option C**



**Option D — La chimie médicinale**

16. La pénicilline a été un des premiers antibiotiques à être isolé et identifié pour sa capacité à traiter des infections bactériennes.

(a) Expliquez l'importance du cycle bêta-lactame dans l'activité antibiotique de la pénicilline.

[3]

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

(b) Identifiez **deux** dangers de l'utilisation excessive des antibiotiques.

[1]

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

17. Les opiacés sont utilisés depuis des millénaires pour soulager la douleur. Les structures des opiacés se trouvent dans la section 37 du recueil de données.

(a) La diamorphine (héroïne) peut être synthétisée à partir de la morphine. Identifiez le réactif nécessaire pour cette réaction et le sous-produit de cette réaction.

[2]

Réactif	Sous-produit
.....	.....

(L'option D continue sur la page suivante)



**(Option D, suite de la question 17)**

- (b) La réaction peut être suivie par spectroscopie infrarouge. En utilisant la section 26 du recueil de données, identifiez **deux** régions d'absorbance de l'IR qui pourraient aider à distinguer les deux composés. [2]

Présent dans la morphine, mais pas dans la diamorphine :

.....  
.....

Présent dans la diamorphine, mais pas dans la morphine :

.....  
.....

- (c) Discutez comment les différences de structures entre la morphine et la diamorphine influencent leur absorption dans l'organisme. [3]

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

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



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

**18.** L'hydroxyde de magnésium est l'ingrédient actif dans un antiacide courant.

- (a) Formulez l'équation de la neutralisation de l'acide gastrique par l'hydroxyde de magnésium.

[1]

.....  
.....

- (b) Déterminez la masse de HCl, en g, qui peut être neutralisée par la dose standard pour adulte de 1,00g d'hydroxyde de magnésium.

[2]

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

- (c) Comparez et opposez l'utilisation de l'oméprazole (Prilosec) et de l'hydroxyde de magnésium.

[3]

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

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



28EP25

**Tournez la page**

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

19. Les radioisotopes sont utilisés dans diverses procédures médicales, dont l'imagerie médicale et la radiothérapie.

(a) Identifiez des exemples de **deux** types de déchets radioactifs médicaux et comment **chacun** doit être traité pour une élimination appropriée.

[2]

Exemple	Traitement
.....	..... .....
.....	..... .....

(b) Résumez une implication éthique de l'utilisation de la médecine nucléaire.

[1]

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

**Fin de l'option D**



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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



28EP27

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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



28EP28