

© International Baccalaureate Organization 2024

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2024

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2024

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

# Chimie

## Niveau moyen

### Épreuve 3

8 mai 2024

Zone A après-midi | Zone B après-midi | Zone C après-midi

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 – 4
Option B — La biochimie	5 – 8
Option C — L'énergie	9 – 11
Option D — La chimie médicinale	12 – 15



### Section A

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

1. Cette question concerne la vitesse de réaction entre le brome et l'acide méthanoïque.



(a) Exprimez et expliquez comment la vitesse de la réaction, mesurée en  $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$ , pourrait être suivie expérimentalement.

[3]

.....

.....

.....

.....

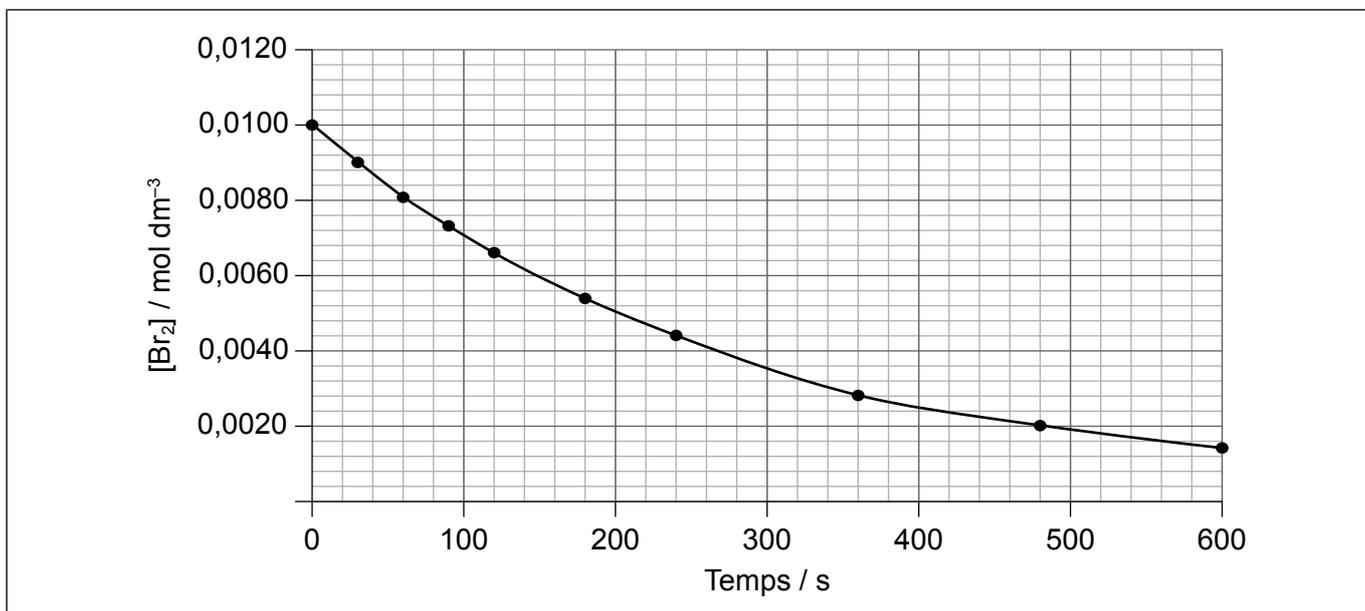
.....

.....

.....

.....

(b) L'évolution de la concentration du brome a été suivie.



(Suite de la question à la page suivante)



**(Suite de la question 1)**

- (i) Déterminez à deux chiffres significatifs, la vitesse instantanée de réaction lorsque  $[\text{Br}_2] = 0,0080 \text{ mol dm}^{-3}$ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Résumez pourquoi le graphique présente une pente non linéaire négative. [2]

Raison de la pente négative :

.....

.....

Raison de la pente non linéaire :

.....

.....



Veillez ne **pas** écrire sur cette page.  
Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



2. La chimie verte se concentre sur la conception et la mise en œuvre de procédés chimiques visant à réduire les déchets, préserver l'énergie et découvrir des remplaçants aux substances dangereuses.

(a) (i) Quatre métriques de l'efficacité de la chimie verte sont :

Métrique	Définition	Le résultat qui rapporte une chimie verte efficace maximum
Intensité massique d'un procédé (IMP)	rapport des masses de toutes les matières utilisées (eau, solvants organiques, matières premières, réactifs, additifs) à la masse du produit souhaité	1
E-facteur	masse des déchets divisée par la masse du produit souhaité	.....
Économie des atomes	masse totale du produit souhaité divisée par la masse totale de tous les réactifs	.....
Éco-Échelle / Eco-Scale	100 moins le nombre de points de pénalité (points déduits pour un faible rendement, le prix, la sécurité, l'installation technique, la température / la durée et la purification)	.....

Le nombre qui rapporte le résultat d'une chimie verte efficace maximum est donné pour IMP.

Estimez un nombre pour chacun des trois autres métriques. [2]

(ii) Identifiez le métrique qui ne tient pas compte de l'utilisation de solvant. [1]

.....

.....

(iii) Suggérez une raison pour laquelle l'industrie pharmaceutique a un bien pire IMP de chimie verte que d'autres industries chimiques, comme l'industrie du raffinage de pétrole ou la production de produits chimiques en vrac. [1]

.....

.....

.....

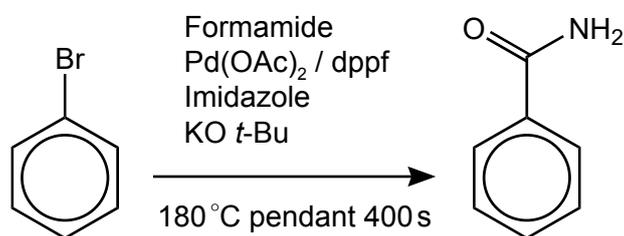
(Suite de la question à la page suivante)



Tournez la page

**(Suite de la question 2)**

- (b) (i) Il existe deux méthodes pour produire le benzamide à partir du bromobenzène. Le procédé 1 est montré ci-dessous.



Le procédé 1 a un rendement de 82 %, nécessite une atmosphère sous azote et est activé via un rayonnement micro-onde.

Les codes de sécurité MSDS des réactifs affectés sont : Bromobenzène (N), Formamide (T), KO *t*-Bu (F), dppf (T)

Éco-Échelle = 100 – points de pénalité.

Déductions de points de pénalité selon l'Éco-Échelle :

Paramètre	Points de pénalité
N (dangereux pour l'environnement)	5
T (toxique)	5
F (hautement inflammable)	5
F+ (extrêmement inflammable)	10
Rendement	$\frac{(100 - \% \text{rendement})}{2}$
Technique d'activation électromagnétique/non conventionnelle	2
Atmosphère de gaz (inerte)	1
Chauffage < 1 heure	2
Chauffage > 1 heure	3

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



(Suite de la question 2)

Déterminez l'Éco-Échelle pour le procédé 1, en ignorant le Pd(OAc)<sub>2</sub> et l'imidazole. [2]

.....

.....

.....

.....

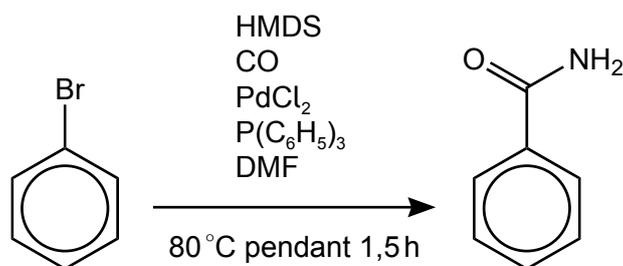
.....

.....

.....

.....

(ii) Le procédé 2 est montré ci-dessous.



Le procédé 2 a un rendement de 76 % et est effectué sous atmosphère de CO.

Les codes de sécurité MSDS pour les réactifs affectés sont :  
Bromobenzène (N), CO (T, F+), HMDS (F), DMF (T), P(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub> (N)

Suggérez **une** raison pour laquelle le procédé 2 a un score Éco-Échelle inférieur à celui du procédé 1. [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. Le nitinol, NiTi, est un alliage à mémoire de forme composé de 50 % d'atomes de nickel et de 50 % d'atomes de titane.

(a) (i) Exprimez **deux** différences entre les alliages et les matériaux composites. [2]

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

(ii) Calculez le pourcentage en masse de Ni dans le nitinol. [1]

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

(b) Le titane est hautement réactif, et la production de nitinol pur est difficile. Une méthode permettant de produire du nitinol de haute qualité est la fusion à arc plasma.

(i) Résumez la nature de l'état plasma. [1]

.....  
.....

(ii) La torche à plasma utilisée est similaire à celle utilisée dans le plasma à couplage inductif (ICP).

Identifiez un gaz utilisé pour produire le plasma. [1]

.....

(L'option A continue sur la page suivante)



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

(iii) Expliquez l'importance de ce plasma dans la production de nitinol pur. [2]

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

(c) Le dépôt chimique en phase vapeur (DCPV) peut être utilisé pour produire du nitinol ou du graphène.

Résumez la production de nanotubes de graphène par DCPV. [3]

Source de carbone :  
.....

Conditions :  
.....  
.....  
.....  
.....

(d) Le nickel et ses composés peuvent être utilisés comme un catalyseur homogène ou hétérogène.

Exprimez **un** avantage et **un** inconvénient d'un catalyseur métallique homogène. [2]

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

Inconvénient :  
.....  
.....

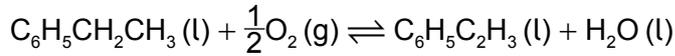
**(L'option A continue sur la page suivante)**



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

4. Le polystyrène est un polymère thermoplastique.

(a) Une méthode pour produire le monomère, le styrène, est par oxydation de l'éthylbenzène.



Calculez l'économie des atomes, en pourcentage, pour la production du monomère par cette voie. Utilisez les sections 1 et 6 du recueil de données.

[1]

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

(b) Distinguez entre les polymères thermoplastiques et thermodurcissables en vous référant aux interactions entre les chaînes de polymère, à l'effet de leur réchauffement et à leur capacité à être recyclés.

[3]

Type de polymère	Interactions entre les chaînes	Effet de leur réchauffement	Peut être recyclé ?
Thermoplastique	..... .....	..... .....	..... .....
Thermodurcissable	..... .....	..... .....	..... .....

(c) Certains thermoplastiques présentent des propriétés de cristaux liquides.

Discutez de **deux** propriétés, autres que la stabilité chimique, que ces thermoplastiques doivent avoir pour être classés comme cristaux liquides.

[2]

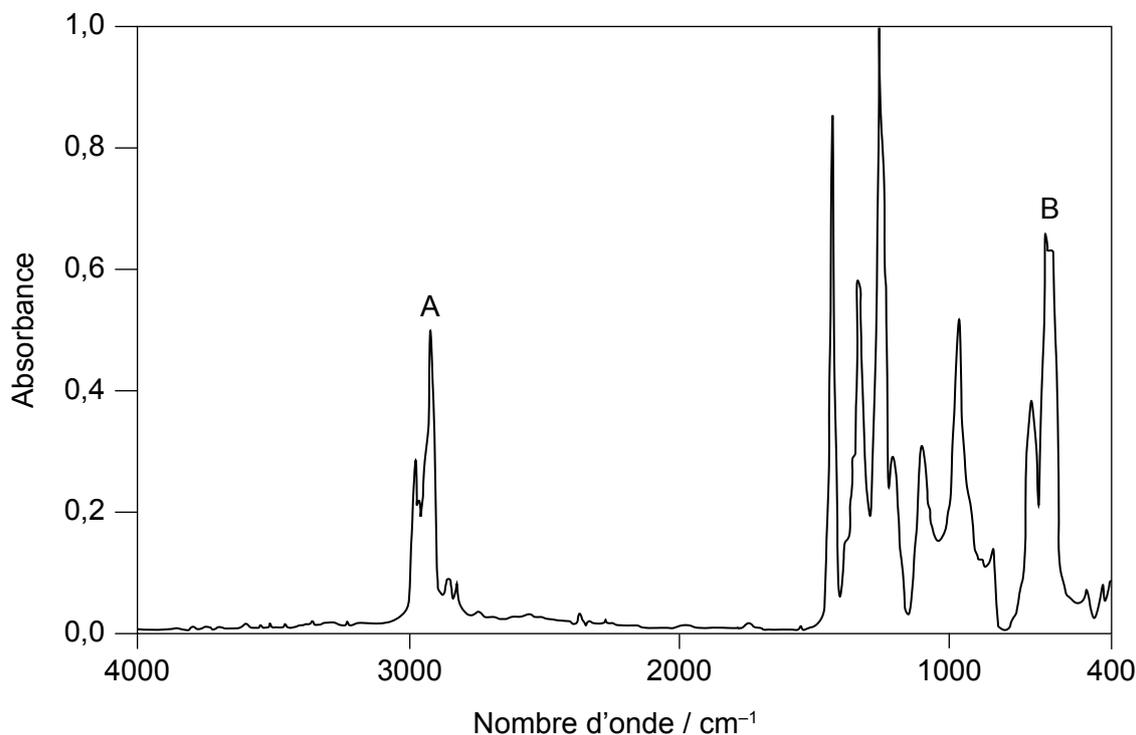
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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



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

(d) Un spectre IR d'un plastique recyclable est donné.



Déduisez les liaisons dans le polymère responsables des pics A et B ainsi que le code d'identification de la résine (CIR), en utilisant les sections 26 et 30 du recueil de données. [2]

Liaison responsable du pic A :

.....  
.....

Liaison responsable du pic B :

.....  
.....

CIR :

.....  
.....

**Fin de l'option A**



24EP11

**Tournez la page**

**Option B — La biochimie**

5. Les acides aminés se combinent pour former des protéines.

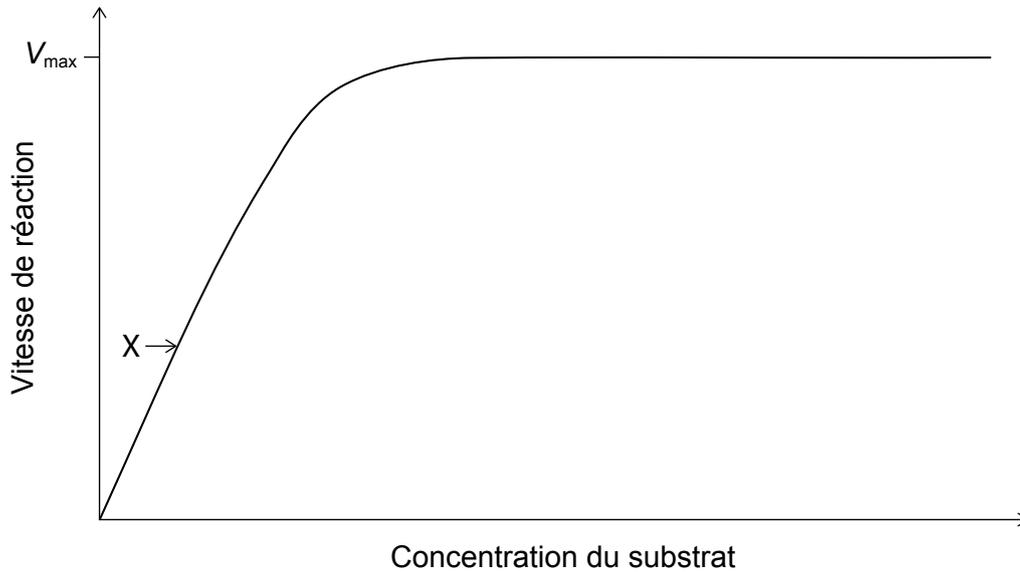
(a) (i) Identifiez la liaison responsable de la structure primaire des protéines. [1]

.....

(ii) Identifiez le type de processus métabolique qui a lieu pendant la synthèse des protéines. [1]

.....

(b) Certaines protéines agissent comme des enzymes, lesquelles catalysent les réactions biologiques. Expliquez la forme du graphique au point X. [2]



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

(L'option B continue sur la page suivante)



**(Option B, suite de la question 5)**

- (c) Expliquez pourquoi les protéines globulaires peuvent être transportées dans le corps. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

6. L'acide eicosadiénoïque ( $M_r = 308,56$ ) est un acide gras trouvé dans le lait maternel.

- (a) (i) L'acide eicosadiénoïque a un indice d'iode de 164,5.

Déterminez le nombre de doubles liaisons C=C dans chaque molécule d'acide eicosadiénoïque, en montrant votre travail. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) L'acide eicosanoïque est un acide gras saturé de même nombre d'atomes de carbone que l'acide eicosadiénoïque.

Expliquez pourquoi l'acide eicosadiénoïque a une température de fusion inférieure à celle de l'acide eicosanoïque. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

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



**(Option B, suite de la question 6)**

(b) (i) L'acide eicosadiénoïque peut être sujet au rancissement.

Identifiez **deux** conditions favorisant la réaction de rancissement.

[2]

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

(ii) Exprimez le nom d'**une** classe de composés organiques produits par la réaction de rancissement.

[1]

.....

(c) L'acide ascorbique (vitamine C) peut être ajouté aux aliments pour éviter le rancissement.

Prédisez, en donnant **une** raison, si l'acide ascorbique est soluble dans l'huile. Utilisez la section 35 du recueil de données.

[1]

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

7. Les monosaccharides et les polysaccharides présentent différentes propriétés et fonctions qui sont liées à leurs structures.

(a) Décrivez la structure d'un polysaccharide.

[2]

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

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



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

- (b) Le glucose ou l'amidon peut être mélangé avec des ingrédients actifs pour produire des comprimés comme l'aspirine. Les molécules de glucides se détachent pour libérer le médicament.

Suggérez pourquoi un médicament fabriqué avec de l'amidon est libéré plus lentement dans l'estomac qu'un médicament fabriqué avec du glucose.

[1]

.....

.....

.....

**8. La toxicité des métaux lourds est un problème dans l'environnement.**

- (a) Suggérez **une** source de pollution au cadmium.

[1]

.....

.....

- (b) Expliquez comment la chimie hôte-invité peut éliminer le cadmium des cours d'eau contaminés.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de l'option B**



**Option C — L'énergie**

9. La fission nucléaire est une source d'énergie importante.

(a) Résumez pourquoi seuls les noyaux lourds sont capables de réactions de fission spontanées.

[1]

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

(b) Écrivez l'équation de la fission spontanée du  $^{254}\text{Cf}$  en les noyaux, plus petits, de  $^{118}\text{Pd}$  et  $^{132}\text{Te}$ .

[1]

.....  
.....

(c) Expliquez le stockage et l'élimination des barres de combustible usées des réacteurs nucléaires, lesquelles sont classées comme déchets nucléaires de haute activité.

[3]

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

(d) Les réactions de fusion peuvent s'effectuer avec des combustibles peu coûteux et abondants, et produire une quantité minimale de déchets radioactifs. Suggérez **une** raison pour laquelle, malgré ces avantages, l'énergie est produite à partir de réacteurs à fission plutôt qu'à fusion.

[1]

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

(L'option C continue sur la page suivante)



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

**10.** L'énergie du soleil peut interagir avec les molécules de différentes manières.

(a) Décrivez le phénomène d'assombrissement de la planète et ses causes. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) (i) Identifiez la caractéristique de la chlorophylle qui lui permet d'absorber la lumière du soleil. [1]

.....

.....

(ii) Écrivez l'équation abrégée de la photosynthèse. [1]

.....

.....

(c) Identifiez le composé qui a la plus grande contribution globale à l'effet de serre, et expliquez ses interactions avec le rayonnement infrarouge. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

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



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

11. Les piles et les combustibles constituent des sources portatives d'énergie.

- (a) Suggérez, une raison à l'appui, si l'énergie spécifique ou la densité d'énergie est une meilleure mesure de l'utilité d'un combustible en tant que source portative d'énergie quotidienne.

[1]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) L'éthylbenzène,  $C_6H_5CH_2CH_3$ , est un composé aromatique utilisé pour améliorer l'indice d'octane de l'essence. Il a une énergie spécifique de  $4,135 \times 10^7 J kg^{-1}$ .

Calculez l'enthalpie de combustion de l'éthylbenzène, en  $kJ mol^{-1}$ , en utilisant la section 6 du recueil de données.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) La distillation du pétrole brut ne produit pas suffisamment de composés aromatiques à ajouter dans l'essence. Expliquez comment les composés aromatiques sont formés à partir des alcanes.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de l'option C**



**Option D — La chimie médicinale**

**12.** Les antibiotiques et les antiviraux sont importants pour lutter contre les maladies.

(a) Décrivez comment la pénicilline agit contre les bactéries.

[2]

.....

.....

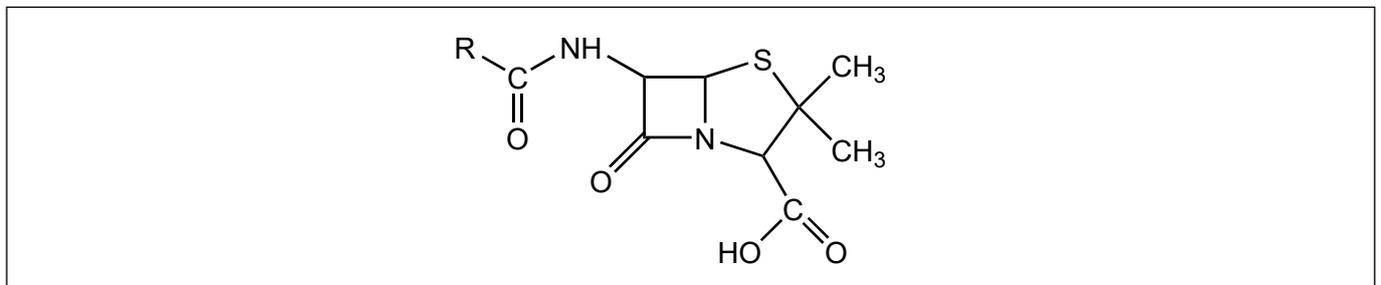
.....

.....

.....

(b) (i) Dessinez un cercle autour de la section de la structure de la pénicilline, principalement responsable de son activité.

[1]



(ii) Expliquez, en rapport avec sa structure, pourquoi cette section de la pénicilline est réactive.

[1]

.....

.....

.....

(c) Résumez les dangers des déchets d'antibiotiques dans l'environnement.

[1]

.....

.....

.....

(L'option D continue sur la page suivante)



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

- (d) (i) L'oseltamivir (Tamiflu) et le zanamivir (Relenza) sont des médicaments antiviraux. Leurs structures sont données en section 37 du recueil de données.

Déduisez le nom d'un groupe fonctionnel présent dans les deux structures et le nom d'un groupe fonctionnel uniquement présent dans le zanamivir.

[2]

Groupe fonctionnel présent dans les deux structures :

.....

Groupe fonctionnel présent dans le zanamivir uniquement :

.....

- (ii) Exprimez pourquoi les virus sont plus difficiles à cibler avec des médicaments que les bactéries.

[1]

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

**13. L'aspirine et la codéine sont utilisées pour soulager la douleur.**

- (a) (i) Décrivez comment fonctionne un analgésique puissant, comme la codéine.

[2]

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

- (ii) Expliquez pourquoi l'utilisation à long terme de la codéine est addictive.

[2]

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

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



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

(b) Les gens peuvent développer une tolérance à la codéine. Résumez ce qu'est la tolérance. [1]

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

(c) Exprimez **une** utilisation de l'aspirine autre que le soulagement de la douleur. [1]

.....  
.....

**14.** Un excès d'acide dans l'estomac peut causer la dégradation de la muqueuse de l'estomac.

(a) Une seule dose d'un antiacide contient 2,320 g d'hydrogénocarbonate de sodium,  $\text{NaHCO}_3$ , et 0,500 g de carbonate de sodium,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

$$M_r(\text{NaHCO}_3) = 84,01 \text{ et } M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,99$$

Déterminez la quantité d'acide gastrique, en mol, neutralisée par ce médicament. [2]

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

(b) Résumez comment la ranitidine (Zantac) inhibe la production d'acide gastrique. [2]

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

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



**Tournez la page**

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

**15.** Beaucoup de procédures médicales impliquent l'utilisation de radioisotopes.

(a) Justifiez pourquoi les vêtements de protection et instruments utilisés en médecine nucléaire peuvent être classés en déchets de faible activité. [1]

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

(b) Suggérez **une** méthode adaptée pour l'élimination de ces déchets de faible activité. [1]

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

**Fin de l'option D**

---



**Avertissement :**

Le contenu utilisé dans les évaluations de l'IB est extrait de sources authentiques issues de tierces parties. Les avis qui y sont exprimés appartiennent à leurs auteurs et/ou éditeurs, et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'IB.

**Références :**

**1.(b)(i)** Avec la permission d'Alex Sullivan ([www.scienceskool.co.uk](http://www.scienceskool.co.uk)).

**4.(d)** Avec la permission de NICODOM Ltd. [www-ir-spectra.com](http://www-ir-spectra.com).

**Tous les autres textes, graphiques et illustrations : © Organisation du Baccalauréat International 2024**



24EP23

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

Les réponses rédigées sur cette page  
ne seront pas corrigées.



24EP24