



CHIMIE
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 3

Vendredi 11 mai 2001 (matin)

1 heure 15 minutes

Nom

--

Numéro

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

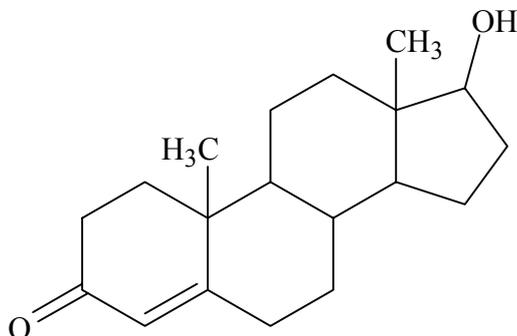
INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Écrivez votre nom et numéro de candidat dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé.
- Répondez à toutes les questions de deux des options dans les espaces prévus à cet effet. Vous pouvez écrire la suite de vos réponses dans un livret de réponses supplémentaire. Indiquez le nombre de livrets utilisés dans la case ci-dessous. Écrivez votre nom et numéro de candidat sur la page de couverture des livrets supplémentaires et attachez-les à ce sujet d'examen au moyen des attaches fournies.
- À la fin de l'examen, indiquez dans les cases ci-dessous les lettres des options auxquelles vous avez répondu.

OPTIONS CHOISIES		EXAMINATEUR	CHEF D'ÉQUIPE	IBCA
		/25	/25	/25
		/25	/25	/25
NOMBRE DE LIVRETS DE RÉPONSES SUPPLÉMENTAIRES UTILISÉS	TOTAL /50	TOTAL /50	TOTAL /50

Option C – Biochimie humaine

C1. La testostérone est une hormone dont la structure est la suivante :



(a) Que signifie le terme *hormone* ? [1]

.....
.....

(b) (i) Nommez la glande qui constitue la source **principale** de testostérone chez l'Homme. [1]

.....

(ii) La testostérone appartient à une classe de composés appelés *stéroïdes*. Certains stéroïdes connaissent des applications médicales intéressantes. Toutefois, ces dernières années, l'abus de stéroïdes est devenu une pratique plus répandue chez les athlètes. Décrivez brièvement les usages des stéroïdes **et** les utilisations abusives auxquelles ils peuvent donner lieu. [3]

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

(c) Dans la représentation de la structure de la testostérone figurant ci-dessus, identifiez (en les entourant) **deux** groupements fonctionnels. Désignez-les par **A** et **B** et nommez-les. [2]

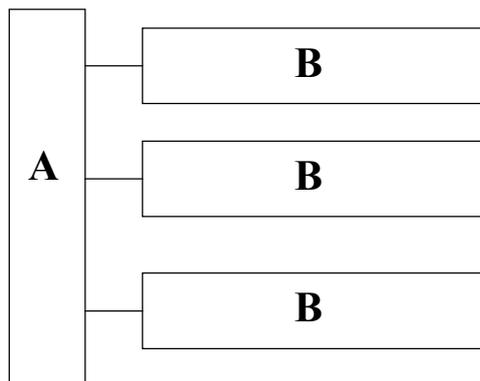
Groupement fonctionnel **A** :

Groupement fonctionnel **B** :

(d) En vous référant à la structure du cholestérol de la Table 21 du livret de données, citez **une** différence structurale entre la testostérone et le cholestérol. [1]

.....

C2. Le schéma ci-dessous représente une molécule de graisse.



(a) Lorsque la molécule subit une hydrolyse, quel produit est formé à partir de **A** ? [1]

.....

(b) Quel nom général donne-t-on aux produits d'hydrolyse formés à partir de **B** ? [1]

.....

(c) Précisez les conditions requises pour effectuer l'hydrolyse d'une graisse. [1]

.....

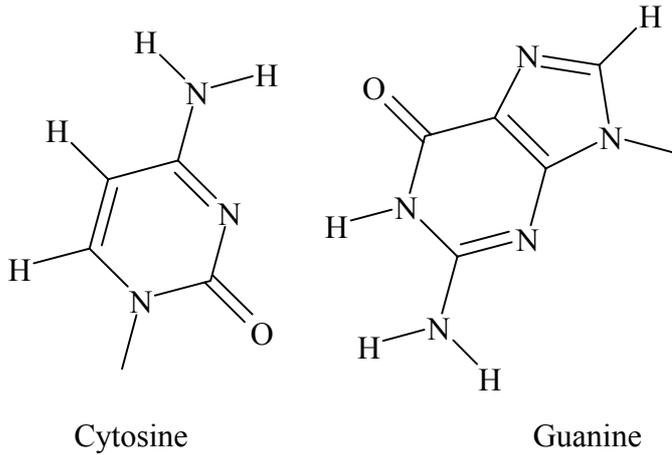
(d) À l'aide d'un calorimètre, on réalise une expérience visant à déterminer la valeur calorique d'une barre de 50,0 g de chocolat "à faible teneur en graisse". L'oxydation complète (combustion) d'un échantillon de 10,0 g de ce chocolat porte à 86,5 °C la température de 500 g d'eau initialement à 19,0 °C.
Calculez la valeur calorique (en kJ) de la barre de chocolat considérée. [4]
(La chaleur spécifique massique de l'eau vaut 4,18 J g⁻¹ K⁻¹.)

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

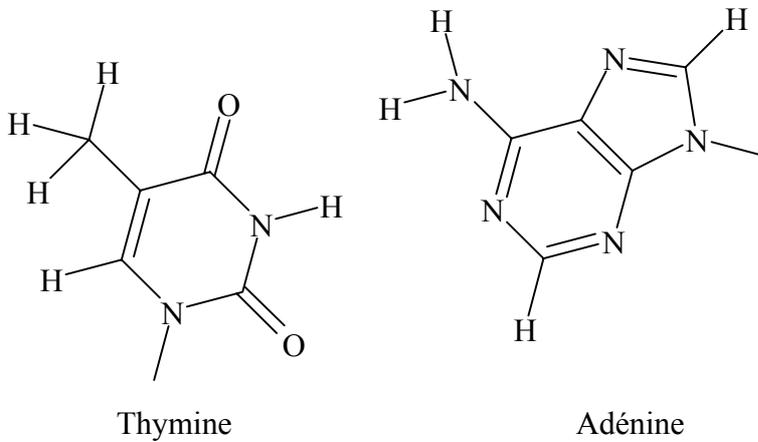
C3. (a) L'ADN est formé de deux brins hélicoïdaux de nucléotides liés entre eux. Les schémas ci-dessous précisent les paires de bases qui se lient entre elles. Quelle est la nature des liaisons qui rendent solidaires les deux brins de l'ADN ? Représentez ces liaisons sur chacun des schémas. Citez **deux** autres molécules qui, liées aux bases, constituent un *nucléotide*. Décrivez la manière dont les nucléotides se lient entre eux pour former l'un des brins de l'ADN.

[6]

Appariement de la guanine et de la cytosine



Appariement de l'adénine et de la thymine



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question C3)

- (b) Quelques gouttes de sang sont découvertes sur les lieux d'un crime. Décrivez les étapes qui permettent d'établir un profil génétique à partir de cet échantillon de sang.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Option D – Chimie de l’environnement

D1. Le dioxyde de carbone et le méthane sont deux gaz impliqués dans l’effet de serre, responsable du réchauffement global de la planète.

(a) Nommez **un autre** gaz également impliqué dans l’effet de serre. [1]

.....

(b) (i) Nommez **une** source naturelle de dioxyde de carbone et **une** source de dioxyde de carbone liée aux activités humaines. [2]

Source naturelle :

Source liée aux activités humaines :

.....

(ii) Nommez **une** source naturelle de méthane et **une** source de méthane liée aux activités humaines. [2]

Source naturelle :

Source liée aux activités humaines :

.....

(c) Expliquez comment les gaz à effet de serre sont supposés contribuer au réchauffement global de la planète. [3]

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

D2. (a) La *filtration* et la *précipitation chimique* constituent deux procédés de traitement des eaux usées.

(i) Quel est le type de substances éliminées par *filtration* ? Quel équipement utilise-t-on à cet effet ? [2]

.....
.....

(ii) Quel est le type de substances éliminées par *précipitation chimique* ? Quel produit chimique utilise-t-on à cet effet ? [2]

.....
.....

(b) (i) Donnez **deux** avantages liés au traitement de l'eau potable par l'ozone plutôt que par le chlore. [2]

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

(ii) Sans prendre en considération le coût, donnez **un** inconvénient lié au traitement de l'eau potable par l'ozone plutôt que par le chlore. [1]

.....

Option E – Industries chimiques

E1. (a) Indiquez **deux** fonctions du coke utilisé dans le haut fourneau lorsqu'on extrait le fer de ses minerais. [2]

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

(b) La fonte produite dans le haut fourneau contient du carbone et de la silice comme impuretés. Décrivez de quelle manière ces impuretés sont éliminées pour produire de l'acier pur.

(i) Le carbone : [2]

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

(ii) La silice : [2]

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

E2. (a) Écrivez l'équation d'une réaction de craquage thermique de l'hexane. Donnez **une** utilisation de **chacun** des produits de la réaction que vous proposez. [3]

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

(b) (i) Nommez un catalyseur utilisé dans les réactions de craquage catalytique. [1]

.....

(ii) Quelle autre condition doit aussi être satisfaite pour opérer un craquage catalytique ? [1]

.....

(c) Qu'est-ce qui distingue les produits du craquage catalytique de ceux du vapocraquage ? [2]

Craquage catalytique :

.....

Vapocraquage :

.....

E3. De nombreux procédés chimiques comportent des risques pour l'environnement. Citez **un** problème potentiel lié au raffinage des pétroles et à la production du fer.

Raffinage des pétroles : [1]

.....

Production du fer : [1]

.....

E4. *Pour répondre à cette question, il convient de se référer à la section 12 du fascicule de données "Thermodynamique de l'extraction des métaux".*

Expliquez **chacune** des deux propositions suivantes :

Sur le diagramme d'Ellingham, la ligne représentant ΔG^\ominus (variation standard d'énergie libre de Gibbs) pour la réaction $2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$ a une pente négative (gradient), contrairement aux autres lignes du diagramme.

[2]

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

Lorsque le carbone est chauffé à 2000 K en présence d'oxygène, le produit principal de la réaction est le monoxyde de carbone, $CO(g)$. À 500 K, le produit principal est le dioxyde de carbone, $CO_2(g)$.

[2]

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

E5. La base de l'industrie du chlore et de la soude est la production d'hydroxyde de sodium et de chlore à partir de chlorure de sodium. Décrivez la *cellule à diaphragme* utilisée pour effectuer l'électrolyse du chlorure de sodium. Dans votre réponse, envisagez les réactions qui se produisent à la cathode et à l'anode. Proposez **un** avantage et **un** inconvénient liés à l'utilisation d'une cellule à diaphragme plutôt qu'une cellule à mercure.

[6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Option F – Combustibles et énergie

F1. En un lieu donné, la surface de la Terre reçoit $1,26 \times 10^6$ unités d'énergie solaire. Des plantes vertes (des algues, par exemple) absorbent $1,26 \times 10^4$ unités de cette énergie.

(a) (i) Quel pourcentage de l'énergie solaire les plantes vertes absorbent-elles ? [1]

.....

(ii) Suggérez **deux** raisons pour lesquelles le reste de l'énergie solaire n'est pas absorbé par les plantes vertes. [2]

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

(b) (i) Nommez le processus par lequel les plantes vertes utilisent l'énergie solaire pour transformer l'eau et le dioxyde de carbone en glucose (biomasse). [1]

.....

(ii) Écrivez l'équation équilibrée (pondérée) de la réaction. [1]

.....

(c) (i) Citez **deux** méthodes qui permettent de convertir la biomasse en énergie. [2]

1

2

(ii) Pour l'**une** de ces méthodes, donnez **un** avantage et **un** inconvénient du procédé. [2]

Avantage :

.....

Inconvénient :

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question F1)

- (d) (i) Soulignez comment les algues et le plancton ont été transformés en pétrole dans les océans primitifs. [3]

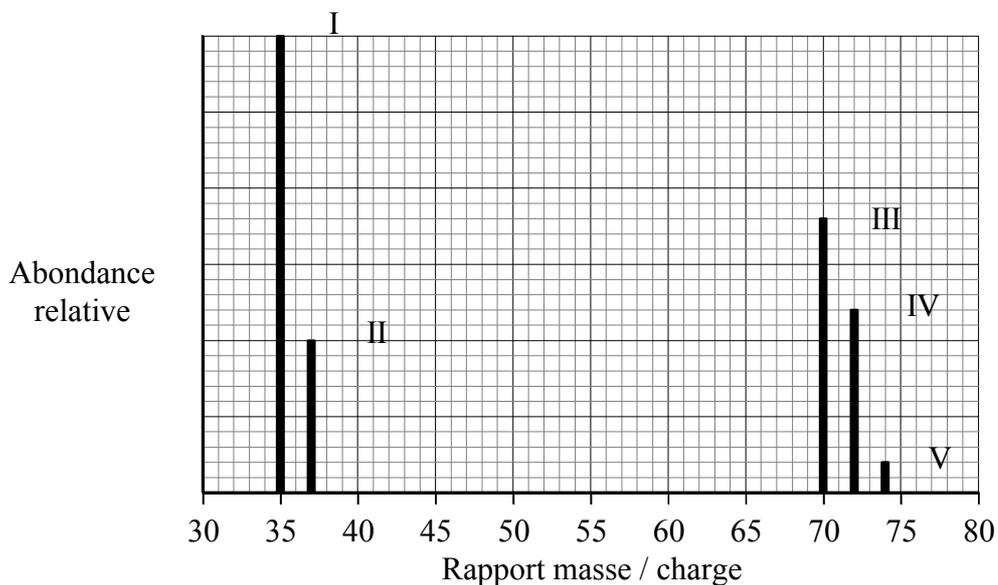
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- (ii) Citez **trois** inconvénients liés à l'utilisation du pétrole comme source d'énergie. [3]

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

Option G – Chimie analytique moderne

G1. Le schéma ci-dessous représente le spectre du chlore. Ce spectre comporte cinq pics, identifiés respectivement I, II, III, IV et V. **Le pic I est dû à l'ion $^{35}\text{Cl}^+$.**



(a) Quelle est la technique analytique qui permet d'obtenir ce type de spectre ? [1]

.....

(b) Expliquez pourquoi le spectre du chlore comporte plus d'un pic. [1]

.....

(c) Comment pourrait-on expliquer l'existence des pics II et IV ? [2]

.....

(d) À partir du spectre ci-dessus, déterminez la composition isotopique du chlore et justifiez votre réponse. [2]

.....

(e) (i) Comment se forme un ion moléculaire ? [1]

.....

(ii) Quelle information la valeur du rapport masse/charge de l'ion moléculaire fournit-elle ? [1]

.....

G2. (a) Quel type de transitions électroniques est responsable de la couleur des complexes des métaux de transition ? [1]

.....

(b) Quelle technique analytique permet d'obtenir des données à propos de la longueur des liaisons et des angles de liaison d'un échantillon d'un complexe d'un métal de transition ? [1]

.....

G3. (a) Représentez la géométrie des molécules d'eau et de dioxyde de carbone et décrivez ce qui se produit au niveau moléculaire lors de l'absorption d'une radiation infrarouge par ces molécules. [5]

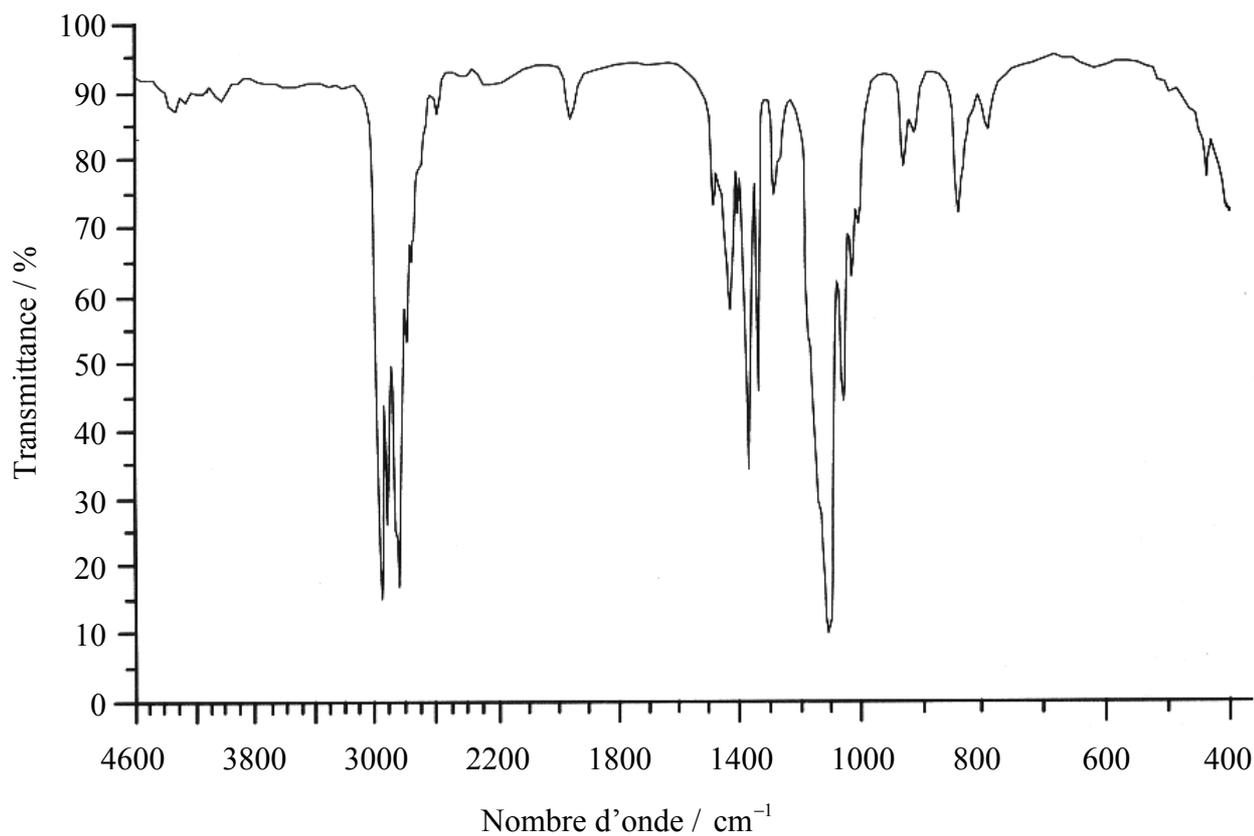
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question G3)

(b) Le spectre infrarouge représenté ci-dessous correspond à l'une des substances suivantes :

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$



(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question G3 (b))

- (i) À l'aide du Tableau 18 du fascicule de données, déterminez à quelle substance correspond le spectre ci-dessus. Donnez la formule complètement développée de ce composé et expliquez les raisons qui justifient votre choix. [6]

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

- (ii) Pour **chacun** des trois autres composés, indiquez les valeurs d'absorption dans l'infrarouge qui vous permettraient de les distinguer les uns des autres. [4]

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

Option H – Chimie organique supérieure

H1. Cette question concerne les isomères de formule générale C_nH_{2n} .

(a) (i) Représentez la structure des deux isomères géométriques (*cis/trans*) de C_4H_8 . Donnez le nom complet de ces deux isomères. [3]

(ii) Donnez le mécanisme de la réaction de l'isomère *cis* de C_4H_8 avec le brome (dissous dans un solvant non polaire). [2]

(b) (i) Quatre isomères répondant à la formule C_5H_{10} comportent un cycle à trois atomes de carbone. Représentez ces isomères et identifiez-les par **A**, **B**, **C** et **D**. [4]

(ii) Identifiez les deux isomères qui constituent une paire d'isomères de *structure* et les deux isomères qui constituent une paire d'isomères *géométriques*. (Il n'est pas nécessaire de réécrire les formules, identifiez les isomères par les lettres **A**, **B**, **C** ou **D**). [2]

Isomères de structure :

Isomères géométriques :

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question H1 (b))

- (iii) Parmi les quatre isomères **A**, **B**, **C** et **D**, identifiez et représentez la structure de celui qui présente une *isomérisation optique*. Précisez par une astérisque (*) le *centre chiral* de la molécule.

[2]

- (c) Utilisez des exemples tirés des questions (a) et (b) ci-dessus pour expliquer l'existence d'isomères *géométriques*.

[2]

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

- (d) Proposez une raison permettant d'expliquer le fait que les composés contenant des cycles à trois atomes de carbone soient moins stables que des composés comportant des cycles à quatre atomes de carbone.

[1]

.....
.....

- H2.** (a) La nitration des composés aromatiques peut être effectuée avec l'acide nitrique. Représentez la structure des deux composés principaux obtenus lors de la mononitration du phénol par l'acide nitrique dilué et désignez-les par **X** et **Y**.
Quelle serait la structure du produit obtenu si l'on avait utilisé de l'acide nitrique concentré pour opérer la même réaction ? Désignez ce produit par **Z**.
Expliquez pourquoi les conditions expérimentales sont beaucoup plus douces pour opérer la mononitration du phénol que pour la mononitration du benzène.

[5]

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

- (b) Certains des composés envisagés dans la question (a) se classent dans l'ordre d'acidité décroissant (du plus acide au moins acide) suivant :



Discutez ce classement.

[4]

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