

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR BIOTECHNOLOGIES

## SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

SESSION 2014

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h

COEFFICIENT : 1

Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 6 pages, numérotées de 1 sur 6 à 6 sur 6.

*Les données sont en italique.*

*Les données numériques sont indiquées dans chaque exercice.*

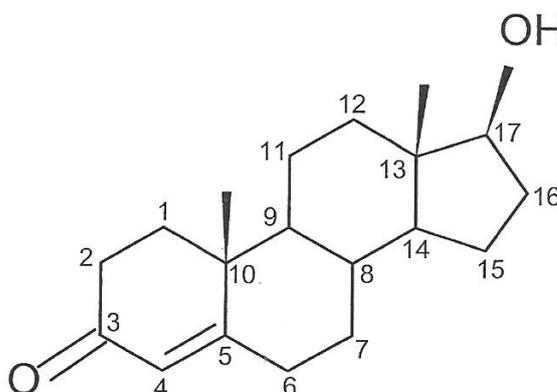
La correction de l'épreuve tiendra le plus grand compte de la clarté dans la conduite de la résolution et dans la rédaction de l'énoncé des lois, de la compatibilité de la précision des résultats numériques avec celle des données de l'énoncé (nombre de chiffres significatifs), du soin apporté aux représentations graphiques éventuelles et de la qualité de la langue française dans son emploi scientifique.

## I. CHIMIE ORGANIQUE (16 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

1. La molécule de testostérone, représentée ci-contre, contient 6 atomes de carbone asymétriques.

- 1.1. Qu'est-ce qu'un atome de carbone asymétrique ?
- 1.2. Donner les numéros de quatre atomes de carbone asymétriques de la molécule de testostérone.
- 1.3. Donner le nombre maximal de stéréoisomères d'une molécule comportant 6 atomes de carbone asymétriques.
- 1.4. Dans le cadre de la lutte contre le dopage, on dose le rapport testostérone / épitestostérone.



Ces deux molécules diffèrent entre elles par la seule configuration du carbone numéro 17.

Indiquer si ces deux molécules sont énantiomères. Justifier.

2. On étudie une synthèse de l'éthylbenzène.

- 2.1. Écrire la formule semi-développée de l'éthanal. À quelle famille de composés organiques l'éthanal appartient-il ?
- 2.2. À partir de l'éthanal, on peut obtenir un acide carboxylique comportant le même nombre d'atomes de carbone.
  - 2.2.1. Donner le type de réaction.
  - 2.2.2. Donner le nom et la formule semi-développée de cet acide carboxylique A.
- 2.3. Par action d'un agent chlorurant sur A on fabrique ensuite le chlorure d'éthanoyle B (ou chlorure d'acétyle).
  - 2.3.1. Écrire la formule semi-développée de B.
  - 2.3.2. Proposer la formule brute d'un agent chlorurant.
- 2.4. On réalise ensuite l'acylation du benzène par le composé B, on obtient le composé C.
  - 2.4.1. De quel type de réaction s'agit-il ?
  - 2.4.2. Quel catalyseur peut-on utiliser ?
  - 2.4.3. Écrire l'équation de la réaction.
  - 2.4.4. Le mécanisme réactionnel fait intervenir un ion qui attaque le cycle benzénique. Écrire la formule semi-développée de cet ion.
  - 2.4.5. Quelle est la fonction chimique caractéristique du composé C ?
- 2.5. Une réduction de Clemmensen conduit ensuite à l'éthylbenzène D. Écrire la formule semi-développée de D.

## II. CHIMIE GENERALE (16 points)

*Les deux parties sont indépendantes*

1. L'ion cyanure  $CN^-$  est la base conjuguée de l'acide cyanhydrique HCN. Le  $pK_a$  de ce couple vaut 9,3.

1.1. Donner le schéma de Lewis de la molécule d'acide cyanhydrique.

*Données* : numéro atomique :  $Z(H) = 1$ ,  $Z(C) = 6$ ,  $Z(N) = 7$

1.2. L'ion cyanure est utilisé dans le procédé de lixiviation de l'or, qui permet sa récupération par mise en œuvre d'une solution aqueuse de cyanure de sodium.

Pour éviter tout dégagement de gaz toxique (cyanure d'hydrogène), le pH est maintenu à 10,5.

Calculer le rapport  $\frac{[HCN(aq)]}{[CN^-(aq)]}$  dans la solution. Commenter le résultat.

1.3. La destruction des ions cyanure fait intervenir leur oxydation en ions cyanate  $CNO^-$ .

1.3.1. Écrire la demi-équation électronique correspondant à cette oxydation en milieu acide.

1.3.2. En faisant intervenir des ions hydroxyde, établir la demi-équation électronique dans le milieu basique réellement utilisé.

2. Deux ions cyanure  $CN^-$  jouant le rôle de ligands autour d'un ion argent (I) peuvent former un complexe, l'ion dicyanoargentate (I).

2.1. Écrire l'équation de la réaction de formation du complexe.

2.2. Exprimer la constante de formation  $K_F$  de ce complexe.

2.3. Dans une solution aqueuse de nitrate d'argent ( $Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$ ) de concentration molaire  $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  on ajoute sans variation de volume des ions cyanure. La concentration initiale des ions cyanure dans le mélange est

$[CN^-(aq)]_0 = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Une électrode d'argent plongée dans le mélange a pour potentiel redox

$E(Ag^+(aq)/Ag(s)) = -0,28 \text{ V}$ .

2.3.1. Écrire la demi-équation électronique associée au couple  $Ag^+(aq)/Ag(s)$ .

2.3.2. Montrer que la concentration molaire en ions argent (I) à l'équilibre vaut  $1,0 \times 10^{-18} \text{ mol.L}^{-1}$ .

*Données* :

$E^\circ(Ag^+(aq)/Ag(s)) = 0,80 \text{ V}$  et  $\frac{RT}{F} \ln x = 0,06 \log x$

2.3.3. À l'aide d'un tableau d'avancement, calculer la concentration à l'équilibre des ions complexes formés et des ions cyanure restants.

2.3.4. En déduire la valeur de  $K_F$ .

### III. VISCOSIMETRIE ET OPTIQUE (18 points)

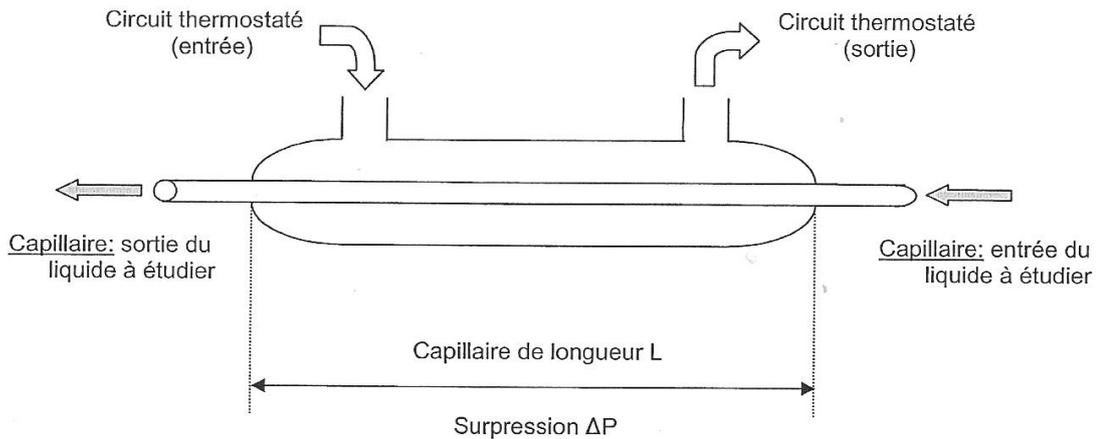
*Les parties 1 et 2 sont totalement indépendantes*

#### 1. Mesure de la viscosité d'un échantillon sanguin

*Un laboratoire est équipé d'un viscosimètre à capillaire.*

*Le liquide à étudier (de viscosité dynamique  $\eta$ ) circule dans un capillaire de diamètre  $D$  et de longueur  $L$  sous l'action d'une surpression  $\Delta P$  appliquée aux extrémités du capillaire à l'aide d'un dispositif annexe.*

*Le débit volumique (unité SI :  $m^3 \cdot s^{-1}$ ) du liquide dans le capillaire sera noté  $Q_V$ .*



- 1.1. *Le capillaire est thermostaté par circulation d'eau provenant d'un bain extérieur. Pourquoi cette précaution est-elle indispensable ?*
- 1.2. *Pour un capillaire aux dimensions fixées, soumis à une surpression constante, faut-il s'attendre à une augmentation ou à une diminution du débit volumique lorsque la viscosité du liquide étudié augmente ? Justifier succinctement.*
- 1.3. *Si l'écoulement est laminaire, la loi de Poiseuille peut s'appliquer :*

$$Q_V = \frac{\pi D^4}{128 \eta L} \Delta P$$

*La surpression  $\Delta P$  a pour unité SI le pascal (Pa).*

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

*Exprimer l'unité SI de la viscosité dynamique  $\eta$  appelée poiseuille (Pℓ) en fonction des unités de base kg, m et s.*

- 1.4. *Une technicienne réalise un essai à 30 °C, en faisant circuler de l'eau dans le capillaire. Elle mesure le débit volumique  $Q_V$  pour différentes valeurs de la surpression  $\Delta P$ . L'évolution de  $Q_V$  en fonction de  $\Delta P$  est représentée en **feuille annexe page 6**. Elle a également effectué une régression linéaire qui est indiquée à côté de la courbe. La courbe obtenue est-elle en accord avec la loi de Poiseuille ? Pourquoi ?*
- 1.5. *En utilisant la loi de Poiseuille, calculer le diamètre du capillaire.*  
*Données :  $L = 400 \text{ mm}$  et  $\eta_{\text{EAU}} (30 \text{ °C}) = 0,798 \times 10^{-3} \text{ Pℓ}$*

1.6. Ayant ainsi déterminé le diamètre du capillaire, la technicienne y fait alors circuler un échantillon sanguin à 37 °C.

À l'aide d'un chronomètre, elle constate qu'il lui faut 203 s pour recueillir 1,00 mL de liquide en sortie de capillaire, lorsqu'elle applique une surpression de 12,5 kPa. On admet que la loi de Poiseuille reste vérifiée.

1.6.1. Calculer le débit volumique.

1.6.2. En déduire que la valeur de la viscosité  $\eta_{\text{échantillon}}$  vaut 4,0 mP à 37 °C.

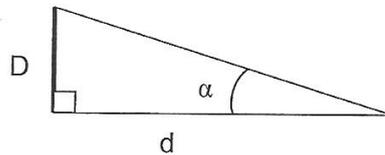
Données :  $L = 400 \text{ mm}$  et  $D = 0,40 \text{ mm}$

## 2. Contrôle optique

Après nettoyage du capillaire, la technicienne effectue un premier contrôle de propreté en l'observant à l'œil nu, à une distance  $d = 25 \text{ cm}$ .

2.1. Calculer (en radian) la valeur de l'angle  $\alpha$  sous lequel la technicienne voit le capillaire de diamètre  $D = 0,40 \text{ mm}$ .

On s'aidera du schéma ci-dessous réalisé sans souci d'échelle, en considérant que  $\tan \alpha \approx \alpha$  (radian).



2.2. Comparer la valeur de l'angle  $\alpha$  au pouvoir de résolution de l'œil humain égal à 0,3 mrad et conclure.

2.3. La technicienne effectue ensuite un contrôle à l'aide d'une loupe assimilable à une lentille mince.

Calculer en centimètres la distance focale de cette lentille de vergence 12 dioptries.

2.4. Comment faut-il positionner le capillaire par rapport à la loupe pour que celle-ci en donne une image virtuelle ?

2.5. Dans le cas de l'observation de l'image à l'infini représenter sur un schéma, sans souci d'échelle, la lentille, son axe optique et le capillaire AB (A étant sur l'axe optique).

Compléter le schéma en traçant le trajet de deux rayons lumineux issus de B.

2.6. Dans le cas d'une observation à l'infini, calculer (en radian) la valeur de l'angle  $\alpha'$  sous lequel la technicienne observe le capillaire à travers la loupe.

2.7. Déduire des questions 2.1. et 2.6. la valeur du grossissement de cette loupe.

## ANNEXE

### Mesure de la viscosité d'un échantillon sanguin

