

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

BIOTECHNOLOGIES

SESSION 2010

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h – COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé

Le sujet nécessite l'utilisation d'une feuille de papier millimétré

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire N° 86-228 du 28 juillet 1986 (BO N° 34 du 2 octobre 1986).

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisée à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-018 du 1-02-1999).

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1 à 6, y compris celle-ci.

Les données sont en italique.

Les données numériques sont indiquées dans chaque exercice.

L'ANNEXE (PAGE 6) EST À RENDRE AVEC LA COPIE

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. POLARIMÉTRIE (18 points)

1. Le saccharose, le glucose et le fructose sont des substances optiquement actives dont les solutions aqueuses suivent la loi de Biot $\alpha = [\alpha]_D^{20^\circ\text{C}} \cdot \ell \cdot C_m$

- 1.1. Expliciter les différents termes intervenant dans la loi de Biot.
- 1.2. Préciser les unités de chacun de ces termes.

2. On utilise un polarimètre de Laurent pour déterminer le pouvoir rotatoire spécifique du fructose.

Des solutions de différentes concentrations sont introduites dans un tube polarimétrique de longueur ℓ égale à 20,0 cm. On mesure leur pouvoir rotatoire α à 20 °C pour la raie D du sodium et on obtient le tableau de résultats suivant :

| | | | | | | |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Concentration C_m (en g.L ⁻¹) | 0 | 20,0 | 40,0 | 60,0 | 80,0 | 100 |
| α (en°) | 0 | - 3,70 | - 7,40 | - 11,1 | - 14,7 | - 18,5 |

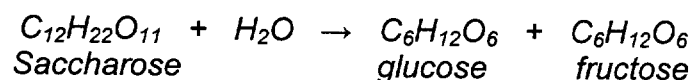
- 2.1. La source lumineuse utilisée est une lampe à vapeur de sodium. Justifier ce choix.
- 2.2. À l'aide d'une construction graphique sur papier millimétré à rendre avec la copie, montrer que ces solutions vérifient la loi de Biot.
- 2.3. Déduire de la courbe le pouvoir rotatoire spécifique du fructose $[\alpha_F]_D^{20^\circ\text{C}}$.
- 2.4. Le fructose est-il dextrogyre ou lévogyre ? Justifier la réponse.

3. On considère un volume $V = 1,00 \text{ L}$ d'une solution aqueuse S_0 contenant un mélange de glucose et de saccharose de concentrations massiques respectives $C_{0G} = 40,1 \text{ g.L}^{-1}$ et $C_{0S} = 80,3 \text{ g.L}^{-1}$

Données :

- Longueur du tube polarimétrique : $\ell = 20,0 \text{ cm}$
- Pouvoir rotatoire spécifique du glucose : $[\alpha_G]_D^{20^\circ\text{C}} = 0,527 \text{ }^\circ\text{.m}^2\text{.kg}^{-1}$
- Pouvoir rotatoire spécifique du saccharose : $[\alpha_S]_D^{20^\circ\text{C}} = 0,665 \text{ }^\circ\text{.m}^2\text{.kg}^{-1}$
- Pouvoir rotatoire spécifique du fructose : $[\alpha_F]_D^{20^\circ\text{C}} = - 0,920 \text{ }^\circ\text{.m}^2\text{.kg}^{-1}$
- Masse molaire du saccharose : $M_S = 342 \text{ g.mol}^{-1}$
- Masse molaire du glucose : $M_G = 180 \text{ g.mol}^{-1}$
- Masse molaire du fructose : $M_F = 180 \text{ g.mol}^{-1}$

- 3.1. On mesure dans un premier temps le pouvoir rotatoire α_0 de la solution S_0 à 20°C. Donner l'expression littérale de α_0 en fonction de C_{0G} et C_{0S} en utilisant la loi de Biot. Calculer α_0 .
- 3.2. Dans un deuxième temps on réalise l'hydrolyse totale du saccharose dans le mélange selon l'équation de la réaction chimique suivante pour obtenir une solution finale S_f .



- 3.2.1. Montrer que les quantités de matière initiales en saccharose n_{0S} et en glucose n_{0G} valent respectivement dans la solution S_0 , 0,235 mol et 0,223 mol.

3.2.2. Compléter le tableau d'avancement en **feuille annexe page 6 à rendre avec la copie** de cette transformation totale. Déterminer la valeur de l'avancement maximal, puis les quantités de matière n_{FS} , n_{FG} , n_{FF} dans l'état final de saccharose, de glucose et de fructose.

3.2.3. En considérant que l'hydrolyse se fait sans variation de volume, déterminer les concentrations massiques C_{FG} en glucose et C_{FF} en fructose dans la solution S_f .

3.3. Calculer le pouvoir rotatoire α_f de la solution S_f .

II. PRODUIT DE SOLUBILITE (15 points)

L'hydroxyde de cuivre (II) $Cu(OH)_2(s)$ est utilisé entre autres pour protéger la vigne contre le mildiou. C'est un sel très peu soluble dans l'eau.

On se propose de déterminer le produit de solubilité de l'hydroxyde de cuivre (II) de différentes façons.

Données : à 25 °C

- Produit ionique de l'eau : $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$.
- Potentiel redox standard : $E^0(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = 0,337 V$.
- $(\frac{RT}{F}) \cdot \ln(x) = 0,06 \cdot \log(x)$
- Conductivités équivalentes limites (par mole de charge) : $\Lambda^0(Cu^{2+}(aq)) = 5,35 \times 10^{-3}$ unités S.l.
 $\Lambda^0(HO^-(aq)) = 19,9 \times 10^{-3}$ unités S.l.

Les parties 2, 3 et 4 sont indépendantes.

Dans les quatre parties la dissociation de l'eau sera considérée comme négligeable.

1. La solubilité de l'hydroxyde de cuivre (II) dans l'eau pure à 25 °C a pour valeur

$$s = 4,0 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

- 1.1. Écrire l'équation de dissolution de l'hydroxyde de cuivre (II) dans l'eau pure.
 - 1.2. Exprimer le produit de solubilité K_S en fonction des concentrations molaires des espèces présentes en solution.
 - 1.3. Établir l'expression littérale de K_S en fonction de la solubilité s . Calculer sa valeur.
2. Le pH d'une solution aqueuse saturée d'hydroxyde de cuivre (II) est égal à 7,9 à 25 °C.
- 2.1. Déterminer la concentration molaire des espèces présentes en solution.
 - 2.2. En déduire la valeur du produit de solubilité de l'hydroxyde de cuivre (II).

3. La conductivité d'une solution ionique est donnée par la relation : $\sigma = \sum_i \Lambda_i |z_i| C_i$

- 3.1. Préciser la signification de chaque terme et les unités S.I. correspondantes.
- 3.2. La conductivité d'une solution aqueuse saturée d'hydroxyde de cuivre (II), mesurée à 25 °C, a pour valeur $2,0 \times 10^{-5} \text{ S.m}^{-1}$.
Calculer les concentrations molaires en ions cuivre (II) et en ions hydroxyde. On assimilera Λ_i à Λ_i^0 .
- 3.3. En déduire la valeur du produit de solubilité de l'hydroxyde de cuivre (II).

4. Le potentiel redox d'une électrode constituée d'une lame de cuivre plongeant dans une solution aqueuse saturée d'hydroxyde de cuivre (II) est égal à 0,145 V à 25 °C.

- 4.1. Exprimer ce potentiel redox en fonction de la concentration molaire en ions cuivre (II) $[Cu^{2+}(aq)]$.
- 4.2. En déduire la valeur de $[Cu^{2+}(aq)]$.
- 4.3. Calculer la valeur numérique du produit de solubilité K_S de l'hydroxyde de cuivre (II).

5. Conclure que les différentes valeurs de K_S sont compatibles entre elles.
Expliquer qualitativement pourquoi l'hydroxyde de cuivre (II) est très peu soluble dans l'eau.

III. CHIMIE ORGANIQUE (17 points)

Données :

| Élément | H | C | N | O |
|-------------------------------------|-----|------|------|------|
| Masse molaire (en $g.mol^{-1}$) | 1,0 | 12,0 | 14,0 | 16,0 |
| Numéro atomique | 1 | 6 | 7 | 8 |

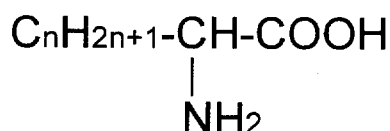
On cherche à déterminer la structure d'un composé organique X comportant deux groupes caractéristiques dont l'un est le groupe ester.

L'hydrolyse de X conduit à un monoalcool B et à un acide α -aminé A.

Les deux premières parties sont indépendantes.

1. Détermination de la structure de A

A a pour formule semi-développée :



La masse molaire de A vaut $M_A = 117 g.mol^{-1}$.

- 1.1. Déterminer la valeur de n.
- 1.2. Représenter les formules semi-développées possibles pour A.
- 1.3. A est l'acide 2-aminopentanoïque. Représenter la formule semi-développée de A.
- 1.4. A existe sous forme de deux énantiomères.
 - 1.4.1. Définir un couple d'énantiomères.
 - 1.4.2. Représenter ces énantiomères en projection de Fischer et préciser leur configuration relative D ou L.
 - 1.4.3. Représenter ces énantiomères en représentation de Cram et préciser leur configuration absolue (R ou S). Justifier la méthode.

2. Détermination de la structure de B.

Pour établir la structure de B de formule brute C_4H_9OH on réalise les tests suivants :

- a) La déshydratation intramoléculaire de B en milieu acide donne un seul composé possible C.
 - b) L'ozonolyse réductrice de C donne deux composés D et E.
 - c) Les deux composés D et E forment un précipité avec la 2,4-DNPH.
 - d) D réduit la liqueur de Fehling.
 - e) E ne réduit pas la liqueur de Fehling.
- 2.1. Sachant que B est un alcool primaire représenter les deux formules semi-développées possibles pour B.
 - 2.2. Indiquer le type de réactions (addition, substitution, élimination, oxydation,...) correspondant au test a) ?
 - 2.3. Indiquer les renseignements apportés par les tests c), d) et e) ?

2.4. En déduire les formules semi-développées des composés C, D et E.

2.5. Écrire la formule semi-développée de B et donner son nom.

3. Détermination de la structure de X.

3.1. Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse de X en utilisant les formules semi-développées pour les produits de la réaction, et en gardant la notation X pour la formule de X.

3.2. En déduire la formule semi-développée de X.

3.3. Préciser deux caractéristiques de cette réaction.

ANNEXE (À RENDRE AVEC LA COPIE)

I. POLARIMÉTRIE

Question 3.2.2.

| | | | | | |
|-------------------------|------------|---|--|--|--|
| Équation de la réaction | | $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$ | | | |
| | Avancement | Quantités de matière (en mol) | | | |
| État initial | 0 | | | | |
| État final | x_{\max} | | | | |