

Session 2006

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES
BIO-INDUSTRIES

U22 – SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Tout autre document est interdit.

La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviennent pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Ce sujet comporte 6 pages, numérotées de 1 à 6
Assurez-vous qu'il est complet dès qu'il vous est remis.

PARTIE PHYSIQUE

I. ÉTALONNAGE D'UN THERMOCOUPLE

Un thermocouple est un dispositif simple consistant en deux fils de métaux différents soudés ensemble à une extrémité. Il apparaît à la jonction des deux métaux une tension U faible (quelques mV) dont la valeur dépend de la température de la jonction. Ce phénomène est mis à profit pour mesurer des températures. Le montage schématisé sur le document n°1 (voir annexe) permet d'étalonner le thermocouple.

- I.1 Indiquer le nom de l'élément entouré en pointillé sur le document 1.
- I.2 Indiquer sa fonction dans cet étalonnage.
- I.3 Pour le montage représenté, appelé montage inverseur, démontrer que $U_s = - (R_2 / R_1) \cdot U$ (on suppose l'A.O. parfait et fonctionnant en régime linéaire).
- I.4 On veut avoir une tension de sortie 100 fois plus grande que la tension d'entrée, en valeur absolue. Indiquer les deux résistances à choisir pour ce faire parmi les suivantes dont on dispose : 33Ω ; 100Ω ; $1 \text{ k}\Omega$; $10 \text{ k}\Omega$.
- I.5 On chauffe l'eau du bécher et on relève les mesures suivantes, pour le thermocouple Fer / Constantan :

T (°C)	21	33	52	63	86
U_s (mV)	30	- 21	- 107	- 154	- 258
U (mV)					

Compléter la dernière ligne du tableau et justifier l'emploi du montage pour la détermination de U .

II. SPECTROPHOTOMÉTRIE

- II.1 Nommer les éléments (1) et (2) du spectrophotomètre schématisé sur le document n°2 et indiquer brièvement leur rôle.
- II.2 On enregistre le spectre de transmission dans le domaine visible d'une substance dissoute en solution aqueuse à $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol / L}$ dans une cuve de largeur 10 mm, grâce à un spectrophotomètre d'absorption visible (voir document n°3 sur la page 6).

Indiquer à 10 nm près la longueur d'onde de la radiation la moins absorbée et la longueur d'onde de la radiation la plus absorbée.

II.3 Déterminer que $A_{600\text{ nm}} = 0,824$ en sachant que $T_{600\text{ nm}}(\%) = 15\%$.

II.4 Rappeler l'expression de la loi de Beer-Lambert en précisant la signification des grandeurs et leurs unités.

II.5 En déduire la valeur du coefficient d'absorption molaire $\varepsilon_{600\text{ nm}}$ de la substance à 600 nm.

III. POLARIMÉTRIE

III.1 Expliquer brièvement le principe d'un polarimètre et son utilité.

III.2 Rappeler la loi de Biot, en précisant la signification des grandeurs et leurs unités.

III.3 On dose une solution de saccharose de concentration inconnue par polarimétrie. On mesure l'angle de rotation de la lumière polarisée, avec une source à 589 nm, la solution étant placée dans un tube de 20 cm thermostaté à 20°C.

On mesure l'angle de rotation 5 fois avec la même solution.

Mesure	1	2	3	4	5
Angle (°)	+ 5,3	+ 5,4	+ 7,1	+ 5,3	+ 5,3

Commenter ces résultats puis calculer la concentration de la solution de saccharose.

On l'exprimera en g/L.

Donnée :

Pouvoir rotatoire spécifique du saccharose :

$$[\alpha]_{20}^D = +66,5^\circ \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{mL}$$

PARTIE CHIMIE

IV. STRUCTURE DE L'ACIDE LACTIQUE

L'acide lactique a pour formule $CH_3 - CHOH - COOH$.

IV.1 Nommer ce composé suivant la nomenclature officielle.

IV.2 Expliquer ce qu'est un atome de carbone asymétrique.

IV.3 Marquer d'un astérisque l'atome de carbone asymétrique de l'acide lactique.

IV.4 L'un des isomères de l'acide lactique est représenté sur le document n°4. Recopier cet isomère et indiquer en justifiant très brièvement la réponse s'il s'agit de l'isomère R ou S.

IV.5 Représenter de la même manière l'autre isomère.

V. OBTENTION DE L'ACIDE POLYLACTIQUE OU PLA

Les matières plastiques usuelles (polyéthylène, polypropylène, polystyrène, etc...) sont obtenues par polymérisation de molécules issues du pétrole. Depuis quelques années, on produit des bio-plastiques à partir de plantes, entre autres le PLA (poly acide lactique) et le PHA (poly hydroxyalcanoate). Ils sont également appelés « plastiques verts » car ils sont biodégradables et ne nécessitent pas de matière première à base de pétrole. Cependant, leur élaboration nécessite de l'énergie (consommation de charbon et de gaz naturel) et leur dégradation conduit à l'émission de dioxyde de carbone.

Le PLA est produit à partir des parties inutilisées de la plante de maïs : des micro-organismes transforment les sucres du maïs en acide lactique et celui-ci, après extraction de la plante, est polymérisé en macromolécules dont les propriétés sont semblables à celles du téréphtalate de polyéthylène (ou PET), un plastique d'origine pétrochimique très utilisé pour les bouteilles d'eau minérale.

V.1 Écrire la formule semi-développée de l'acide lactique et nommer les groupes fonctionnels de la molécule.

V.2 Une solution d'acide lactique de concentration $C = 8,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ a un $\text{pH} \approx 3$.
L'acide lactique est-il un acide fort ou faible ?

V.3 Écrire l'équation de la réaction de l'acide lactique avec l'eau.

V.4 Indiquer comment évolue le pH lors de la transformation des sucres du maïs par les micro-organismes.

V.5 Indiquer le nom de la réaction qu'on peut observer lorsqu'un alcool réagit avec un acide carboxylique. Donner les caractéristiques de cette réaction.
En déduire l'équation de la réaction entre deux molécules d'acide lactique.

V.6 Entourer sur la molécule obtenue les deux groupes d'atomes qui vont permettre que cette réaction se poursuive pour donner le PLA par polycondensation.

Pour fabriquer une matière plastique, il faut de la matière première et de l'énergie. Le document n°5 permet de comparer les consommations de combustibles fossiles pour la production de divers plastiques.

L'énergie nécessaire à la fabrication peut être tirée par exemple de la combustion du méthane, constituant principal du gaz naturel.

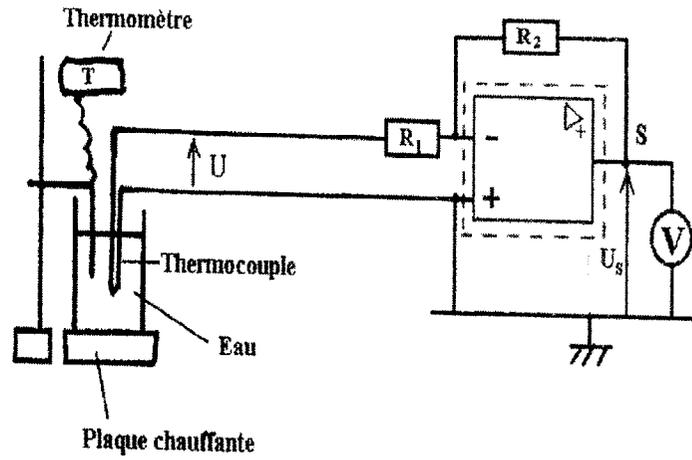
V.7 Écrire l'équation de la combustion du méthane dans le dioxygène.

V.8 L'enthalpie standard de cette réaction, lorsque réactifs et produits sont à l'état gazeux, est $\Delta H^\circ = -802 \text{ kJ / mol}$. En déduire la masse de méthane nécessaire pour produire 1 kg de PLA.

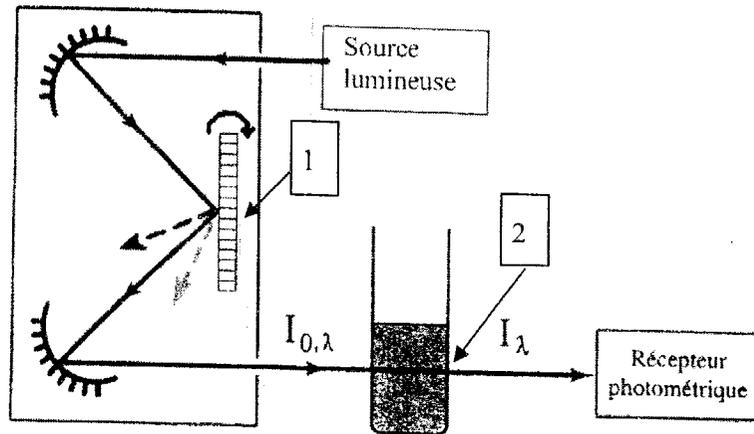
Données : $M_H = 1 \text{ g/mol}$; $M_C = 12 \text{ g/mol}$.
 pK_a (acide lactique/ion lactate) = 3,86.

ANNEXE

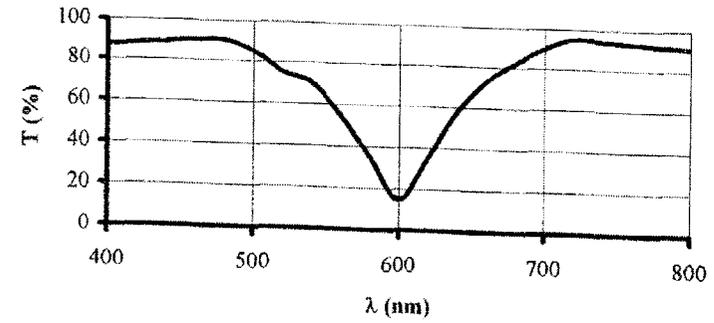
Document n°1



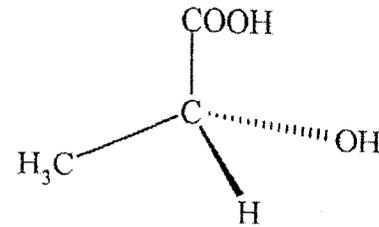
Document n°2



Document n°3



Document n°4



Document n°5

Consommation de combustibles fossiles en MJ par kg de plastique produit (1 MJ = 10⁶ J)

Plastiques à base de matières fossiles	Energie	Matière première
Polyéthylène (PE)	29	52
Téréphtalate de polyéthylène (PET)	37	39

Plastiques fondés sur les plantes

Poly acide lactique (PLA)	56	0
---------------------------	----	---