

# BTS INDUSTRIES DES MATÉRIAUX SOUPLES

## SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES - U. 32

Session 2005

Durée: 2 heures  
Coefficient : 1

### Matériel autorisé :

Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

Un formulaire (en page 9/9) qui fournit l'essentiel des relations entre grandeurs physiques nécessaires à la résolution des différents exercices

### Documents à rendre avec la copie :

Annexe 1..... page 7/9

Annexe 2..... page 8/9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

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

**Le candidat doit traiter 3 exercices.**

**Les exercices I et II sont obligatoires ; le candidat traitera au choix l'exercice III ou l'exercice IV.**

**I. Chimie : la soie, une fibre naturelle (7points)**

*Le fil de soie est constitué de deux composés distincts, la fibroïne ou soie proprement dite (75 % du poids total), et le grés ou séricine (25% du poids total) qui enveloppe et soude le fil. La longueur d'un fil peut atteindre 600 ni, son diamètre est de 40  $\mu\text{m}$  environ. Ses propriétés sont remarquables, il est plus résistant que l'acier ou le nylon, brûle difficilement et est un mauvais conducteur de la chaleur.*

*La séricine est constituée de macromolécules, des polypeptides, bio synthétisées à partir d'acides aminés. Elle comprend des régions très rigides, appelées feuillets, car les chaînes des macromolécules, allongées suivant la direction de la fibre, sont reliées entre elles par des liaisons hydrogène.*

*Ces régions sont séparées par des régions moins structurées, qui confèrent au fil de soie son élasticité.*

*On trouve dans la fibroïne des séquences linéaires complexes d'agencements d'acides aminés qui comprennent en particulier la répétition du motif suivant : - (Ser - Gly - Ala - Gly - Ala) -. Les formules des trois acides aminés concernés sont données **en annexe 1 (page 7/9)**, à rendre avec la copie.*

1. Nommer et entourer, sur l'**annexe 1 (page 7/9)**, les fonctions organiques caractéristiques et communes de ces acides aminés.

2. a. Donner l'équation générale de la réaction entre un acide carboxylique et une amine.

b. Montrer que Ser peut réagir avec Gly de deux façons différentes en donnant les équations de ces deux réactions.

3. Quel nom donne-t-on à la liaison qui permet de relier entre eux les acides aminés ?  
A quelle fonction organique correspond-elle?

4. La formation de la liaison entre deux acides aminés, par exemple Ser - Gly, s'effectue entre la fonction acide du premier (donc Ser dans l'exemple) et la fonction amine du second (Gly dans l'exemple).

Donner à partir des formules de Ser, Gly, ALa, la formule semi développée du motif :  
- (Ser Gly - Ala - Gly - Ala) -.

5. Dans un feuillet  $\beta$ , les chaînes de polypeptides s'organisent de manière anti-parallèle, comme indiqué dans l'**annexe 1 (page 7/9)**. Des liaisons hydrogène s'établissent entre elles.

a. Positionner ces liaisons hydrogène par des pointillés **sur le schéma de l'annexe 1**.

b. Justifier alors la grande résistance à la traction d'un brin de soie.

## II. Optique : Le principe de fonctionnement d'un microscope (7points)

*Le microscope est utilisé dans l'industrie pour étudier les fibres textiles. Ce sujet ne demande aucune connaissance particulière sur le microscope. Seules les connaissances sur les lentilles minces sont nécessaires.*

Le microscope optique peut être modélisé sur un banc d'optique avec deux lentilles convergentes.

La première lentille (l'objectif) est placée devant l'objet que l'on souhaite grossir, la seconde (l'oculaire) est placée devant l'oeil.

La distance entre l'objectif et l'oculaire est fixe et, pour réaliser la mise au point, il convient de déplacer l'ensemble (objectif + oculaire) pour le rapprocher ou l'éloigner de l'objet à observer.

On dispose donc sur un banc d'optique, en partant de la gauche vers la droite, comme indiqué sur le **schéma 1 de l'annexe 2 (page 8/9)**:

- un objet lumineux AB (A est sur l'axe optique), de taille 5 mm,
- une lentille convergente  $L_1$  (l'objectif), de distance focale  $f_1 = 1,5$  cm, dont le centre optique  $O_1$  se trouve à 2 cm de A,
- une lentille convergente  $L_2$  (l'oculaire), de distance focale  $f_2 = 3$  cm, dont le centre optique  $O_2$  se trouve à 8 cm de  $O_1$ .

### A. Formation de l'image

1. Placer, sur le **schéma 1 de l'annexe 2 (page 8/9)**, le sens de propagation de la lumière puis positionner les foyers objets et images des lentilles  $L_1$  et  $L_2$  que l'on désignera respectivement par  $F_1$  et  $F'_1$ ,  $F_2$  et  $F'_2$ .
2. Montrer, par le calcul, que l'image  $A_1B_1$  de l'objet AB, donnée par la lentille  $L_1$ , se trouve à une distance de 6 cm de  $O_1$ . En déduire la taille de l'image  $A_1B_1$  et son sens.
3. Retrouver, par construction graphique, sur le **schéma 1**, la position et la taille de l'image  $A_1B_1$ .
4. Les rayons lumineux issus de  $A_1B_1$  vont traverser la lentille  $L_2$ . L'image  $A_1B_1$  doit donc être considéré comme un objet pour  $L_2$ . Tracer, sur le même schéma, la marche de deux rayons lumineux issus de  $B_1$  et traversant  $L_2$ . Ces rayons convergent-ils après la lentille  $L_2$  ?
5. Déterminer, par construction, sur le même schéma, l'image  $A_2B_2$  de  $A_1B_1$ , donnée par la lentille  $L_2$ . Cette image est-elle réelle ou virtuelle ? Justifier.

### B. Mise au point

6. Lors du réglage du microscope, on change la distance entre l'objet et le centre optique  $O_1$ , pour que le point-image intermédiaire  $A_1$ , du point-objet A, se situe sur le foyer-objet de la lentille  $L_2$ , comme le montre le **schéma 2 de l'annexe 2 (page 8/9)**.
  - a. Faut-il pour cela, et par rapport à sa position sur le **schéma 1**, rapprocher ou éloigner l'objet de  $L_1$  ?
  - b. Ajouter, sur le **schéma 2 de l'annexe 2 (page 8/9)**, les foyers manquants et déterminer la nouvelle position de l'objet.

c. Cette position est-elle très éloignée de la précédente ? Quelle conclusion peut-on en tirer quant à la mise au point du microscope ?

7. L'oeil de l'observateur est placé au foyer image de l'oculaire ( $L_2$ ). Montrer, par construction graphique **sur le schéma 2 de l'annexe 2**, que l'image  $A_2B_2$  vue par l'observateur est rejetée à l'infini.

### III. Thermodynamique: Fer à vapeur et humidité de l'air (6 points)

Un atelier de repassage utilise des fers à repasser, munis chacun d'un générateur de vapeur. Le réservoir de chacun des générateurs a une capacité de 2 litres d'eau et la pression de vapeur, dans le réservoir, peut atteindre 3 bars. La température d'ébullition de l'eau sous 3 bars est égale à 132 °C.

1. Calculer l'énergie thermique nécessaire pour porter la température des 2 litres d'eau de 20 °C à 132 °C. L'eau reste à l'état liquide, pendant son chauffage, jusqu'à 132 °C, compte tenu de la pression régnant dans le réservoir.

#### Données :

On suppose que la capacité calorifique de l'eau liquide est constante sur l'intervalle de température et a pour valeur,  $c_{\text{eau}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$ .

Masse volumique de l'eau  $\mu_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ .

2. Déterminer le temps nécessaire, après l'introduction de l'eau dans le réservoir, pour que la température de l'eau atteigne 132 °C sous 3 bars, sachant que la puissance du générateur de vapeur, alimenté sur le secteur EDF est de 1200 W.

3. Lors du repassage, le générateur fournit de la vapeur d'eau vers le fer à repasser. Donc, dans le réservoir, de l'eau liquide se vaporise. Compte tenu de la puissance du générateur, déterminer le débit massique de vapeur d'eau (en  $\text{g.min}^{-1}$ ) qu'il peut fournir.

**Donnée :** Chaleur latente de vaporisation de l'eau :  $L_v = 2260 \text{ kJ.kg}^{-1}$ .

4. L'atelier n'est pas ventilé et ses dimensions sont  $L = 8 \text{ m}$  ;  $l = 5 \text{ m}$  ;  $H = 3,5 \text{ m}$ .

Cinq ensembles de fers, munis de générateurs de vapeurs, sont en fonctionnement. On cherche la durée au bout de laquelle le local sera saturé en vapeur d'eau en considérant que la température de l'atelier reste égale à 20°C.

**Données :** On suppose que les générateurs émettent en continu, au maximum de leur débit.

Masse volumique de l'air sec à 20 °C :  $\mu_{\text{air}} = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$ .

Masse de vapeur d'eau saturante à 20 °C pour 1 kg d'air sec :  $m_s = 14,7 \text{ g.kg}^{-1}$ .

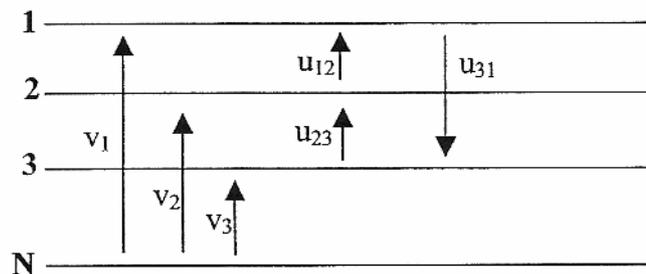
a. Calculer la masse d'air dans l'atelier.

b. En déduire la masse de vapeur d'eau contenue dans l'atelier, lorsque celui-ci sera saturé en vapeur d'eau.

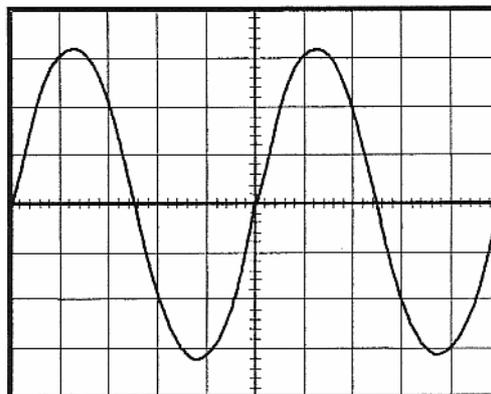
- c. Sachant que le taux d'humidité relatif est de 20 % avant repassage (c'est à dire que l'atelier contient 20 % de la masse de vapeur saturante), déterminer la masse de vapeur produite par les fers pour atteindre la saturation.
- d. A l'aide du résultat de la **question 3**, en déduire la durée nécessaire pour saturer d'humidité l'atelier, lors du fonctionnement des 5 fers à repasser.
- e. Quelles sont les conséquences prévisibles d'une telle situation et quelles sont les installations à faire dans cet atelier ?

#### IV. Electricité : Alimentation électrique d'un moteur (6points)

Afin d'alimenter un moteur asynchrone triphasé, un utilisateur dispose du réseau triphasé EDF.



1. Comment appelle-t-on les tensions  $v_1$ ,  $v_2$  et  $v_3$  ?  $u_{12}$ ,  $u_{23}$  et  $u_{31}$  ?
2. Un oscilloscope permet d'observer l'évolution de la tension  $v_1$  entre la phase 1 et le neutre. On obtient l'oscillogramme ci-dessous :



Calibre : 100V / division  
Base de temps : 4 ms / division

- a. Déterminer la période  $T$  ainsi que la fréquence  $f$  de cette tension.
- b. Déterminer la valeur maximale  $V_{1max}$  ainsi que la valeur efficace  $V_1$  de la tension observée.
- c. En déduire la valeur efficace de la tension mesurée entre deux phases.
- d. Quel type d'appareil (nom, type et position) doit-on utiliser pour mesurer cette tension ?

3. Sur ce réseau, on alimente un moteur asynchrone destiné à entraîner un mécanisme de poulies et courroies.

Le moteur porte les indications suivantes :

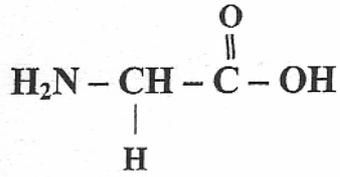
230 V/400 V ; 50 Hz;  $n = 935 \text{ tr.min}^{-1}$   $P_u = 1,1 \text{ kW}$ ;  $\cos \varphi = 0,78$  ;  $\eta = 0,67$ .

- a. Comment faut-il coupler les enroulements du moteur sur le réseau 230 V/400 V ? Justifier votre réponse.
- b. Calculer le nombre de paire de pôles sachant que la vitesse de synchronisme du champ tournant est de  $n_s = 1000 \text{ tr.min}^{-1}$ .
- c. Calculer la puissance active  $P_a$  absorbée par le moteur au régime nominal.
- d. En déduire la valeur efficace de l'intensité  $I$  du courant en ligne.

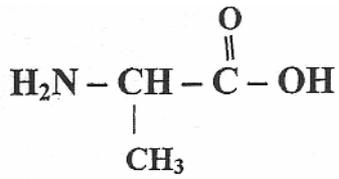
## Annexe 1 (la soie)

à rendre avec la copie

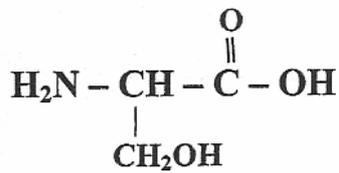
Formule des acides aminés constituant la soie :



Glycine (Gly)

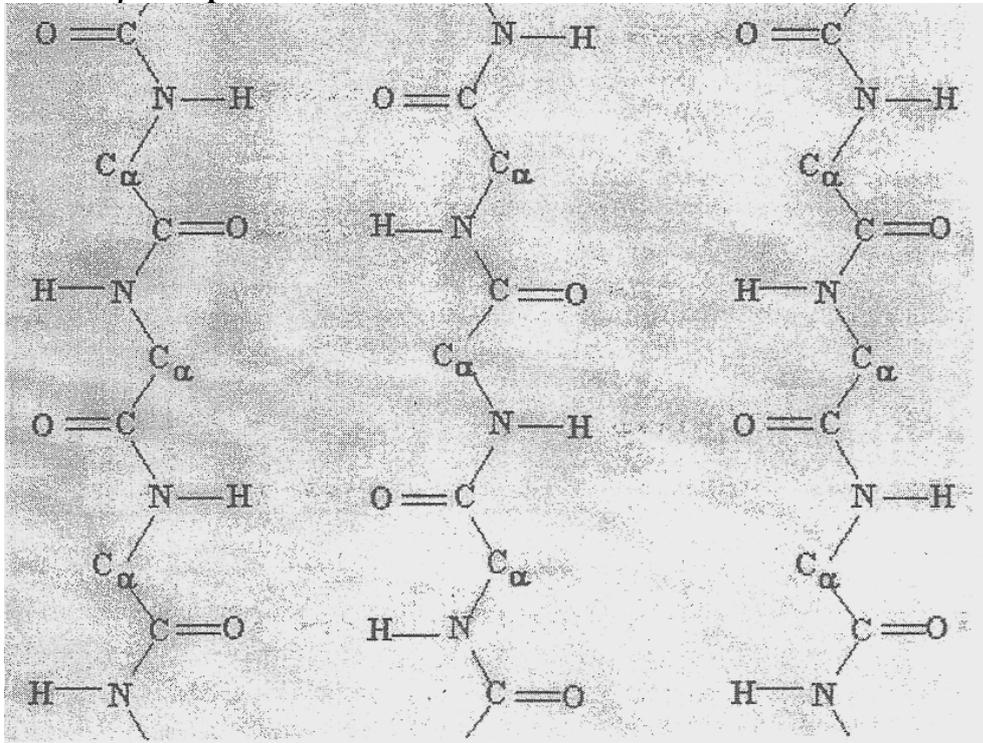


Alanine (Ala)



Sérine (Ser)

Feuillet  $\beta$  anti-parallèle :



## Annexe 2 (le microscope)

à rendre avec la copie

Schéma 1

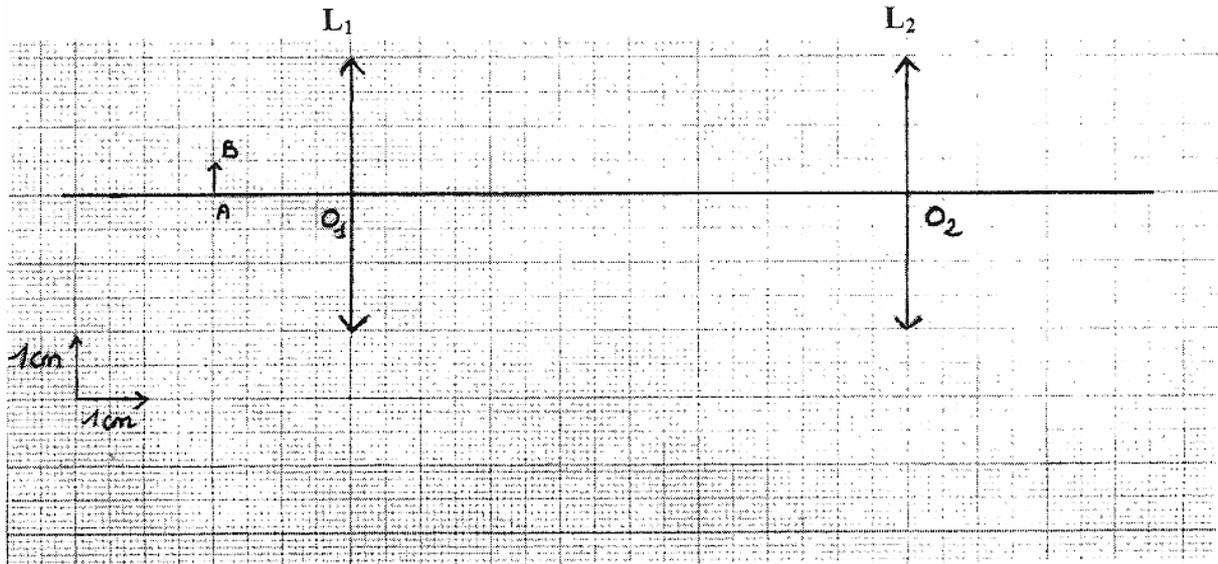
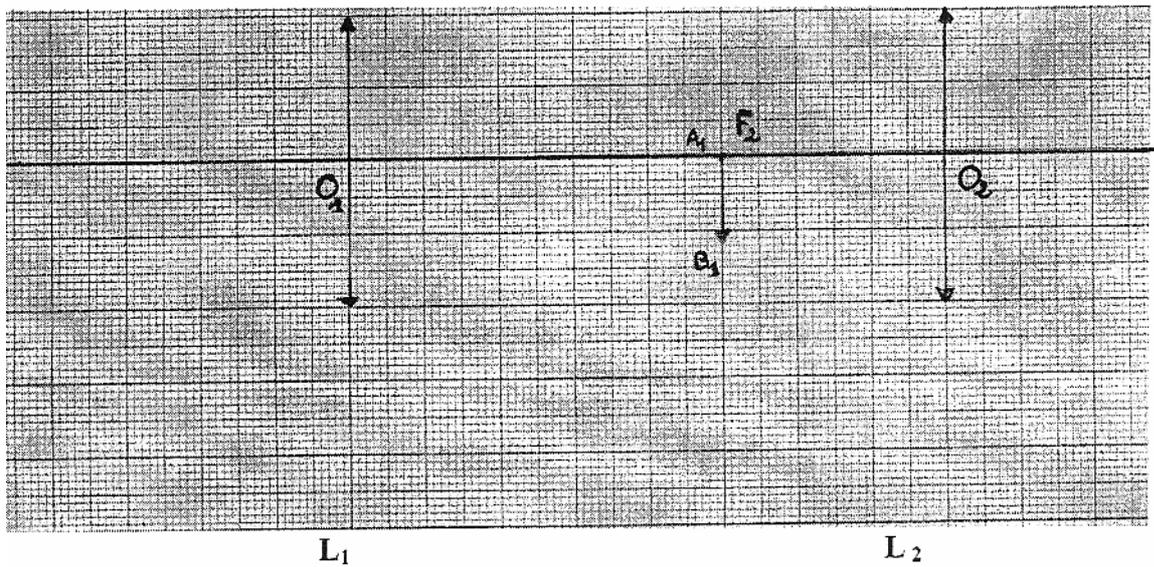


Schéma 2



# FORMULAIRE

## OPTIQUE

Formule de conjugaison avec origine au centre optique O :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

Grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

## ELECTRICITE

En triphasé :

- Relation entre les tensions :  $U = \sqrt{3}.V$

- Puissance absorbée :  $P_a = U.I.\sqrt{3}.\cos \varphi$

Moteurs

- Vitesse de synchronisme :  $n_s = \frac{f}{p}$

## THERMODYNAMIQUE

Energie thermique échangée lors:

- d'un changement d'état :  $Q = m L_v$

- d'une variation de température :  $Q = m . c . (\theta_f - \theta_i)$