

BTS INDUSTRIES DES MATÉRIAUX SOUPLES

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES - U. 32

Session 2004

**Durée : 2 heures
Coefficient : 1**

Matériel autorisé:

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

Document à rendre avec la copie :

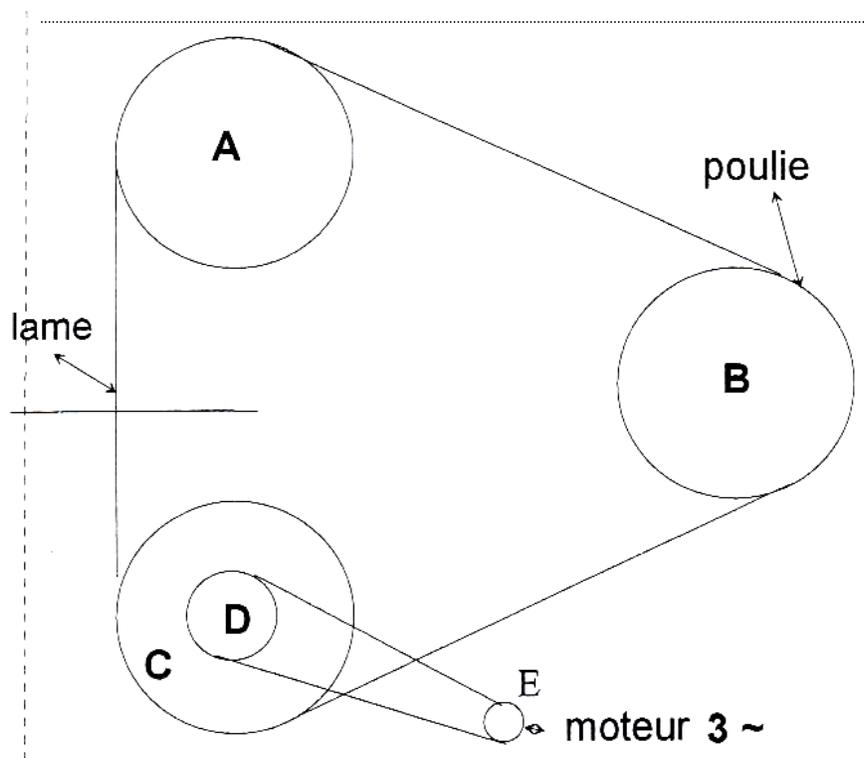
Annexe : page 6/6

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

**Les exercices 1 et 2 sont obligatoires.
Le candidat traite au choix l'exercice 3 ou l'exercice 4.**

1. Mécanique : Étude d'une machine à découper les tissus (7 points) .

Une machine à couper les matelas de tissus de marque Kuris® est utilisée dans un atelier. Son schéma est représenté ci-dessous :



Cette machine comporte 3 poulies (A, B et C) de 30 cm de diamètre et une lame d'acier qui encercle ces poulies et assure la découpe des matelas. La poulie C est entraînée par une courroie passant sur une poulie D, solidaire de la poulie C. Cette courroie est entraînée par la poulie E qui est fixée sur l'arbre d'un moteur. Le moteur électrique tourne à une fréquence $N = 1410 \text{ tr.min}^{-1}$.

1. Le diamètre de la poulie E du moteur vaut $d = 16 \text{ cm}$. Le diamètre de la poulie D vaut $d' = 20 \text{ cm}$.
Calculer :
 - a. la vitesse linéaire de la courroie passant par E et D et entraînée par le moteur ;
 - b. la fréquence de rotation de la poulie D ;
 - c. la fréquence de rotation de la poulie C.

2. Quelle est la vitesse linéaire (vitesse de coupe) d'un point de la lame, exprimée en m.min^{-1} ?

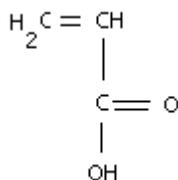
3. Indiquer, en le justifiant, la nature du mouvement de la lame :
 - a. entre les poulies.
 - b. au niveau des poulies.

4. La machine a une masse de $M = 210 \text{ kg}$.
Elle repose sur 4 pieds rectangulaires de dimension: $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$.
 - a. Calculer le poids de la machine, sachant que l'intensité de la pesanteur vaut $g = 9,80 \text{ N.kg}^{-1}$,
 - b. Calculer la pression exercée sur le sol par chaque pied de l'appareil.

2. Chimie : Polymères acryliques (7 points)

A. Polyacide acrylique

La formule semi-développée de l'acide acrylique (ou acide propénoïque) est représentée ci-dessous :



Il peut polymériser, comme l'éthène, pour former le polyacide acrylique qui est un polymère super-absorbant entrant dans la composition de certaines couches pour bébés.

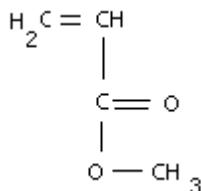
1. Donner la définition d'un polymère.
2. Écrire l'équation de la réaction de polymérisation de l'acide acrylique.
3. De quel type de polymérisation s'agit-il ?
4. Le degré de polymérisation moyen étant égal à 500, calculer la masse molaire moléculaire moyenne du polymère.
5. Quel groupe fonctionnel retrouve-t-on dans le polymère ? Entourer ce groupe sur la formule (que l'on recopiera) et donner son nom. A quelle fonction chimique correspond-il ?

B. Fibres acryliques

Les fibres acryliques sont obtenues à partir de l'acrylonitrile de formule :



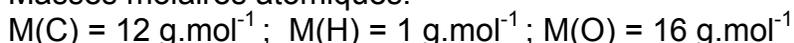
1. Le polyacrylonitrile est obtenu par polymérisation de l'acrylonitrile. Donner le motif du polyacrylonitrile.
2. Les fibres acryliques sont obtenues par copolymérisation entre l'acrylonitrile et les acrylates Un des acrylates utilisé est l'acrylate de méthyle :



- a. Recopier la formule semi-développée de l'acrylate de méthyle. Entourer le(s) groupe(s) fonctionnel(s) et nommer le(s)
- b. Proposer une réaction permettant la synthèse de l'acrylate de méthyle à partir de l'acide acrylique. Indiquer le nom de la réaction, le nom et la formule des réactifs, l'équation de la réaction.
- c. Donner un exemple d'utilisation des fibres acryliques.

Données :

Masses molaires atomiques:



3. Electricité : Transformateur et moteur (6 points)

- L'installation électrique d'un atelier de teinture de tissus est alimenté par l'intermédiaire d'un transformateur monophasé (1), de rapport de transformation $m = 0,15$ et de puissance nominale $S_2 = 45 \text{ kVA}$. Ce transformateur (1) est relié à la tension sinusoïdale du secteur EDF.
- Dans l'atelier, un moteur est utilisé pour entraîner une machine à teindre les tissus. Pour des raisons de sécurité le moteur est alimenté sous une tension de 48 V ; pour cela il est relié à un second transformateur (2) alimenté au primaire sur l'installation électrique.
- On se propose d'étudier seulement quelques caractéristiques électriques du premier transformateur (1) et du moteur de la machine à teindre.

A. Le transformateur (1)

1. Déterminer :
 - a. l'expression littérale de la tension de sortie nominale U_2 et calculer sa valeur,
 - b. l'expression littérale et la valeur de l'intensité nominale I_{2N} du courant secondaire.
2. L'ensemble de l'atelier possède un facteur de puissance $\cos \varphi_2 = 0,90$. Toujours pour une intensité de fonctionnement $I_2 = 50 \text{ A}$, calculer les valeurs de :
 - a. la puissance active P_2 fournie à la charge (au moteur),
 - b. la puissance active absorbée au primaire, sachant que les pertes totales sont de 1600 W ,
 - c. le rendement du transformateur dans ces conditions d'utilisation,
 - d. justifier l'origine des pertes dans le transformateur.

B. Le moteur

La plaque signalétique du moteur indique :

$$\begin{aligned} P_u &= 500 \text{ W} \quad N = 750 \text{ tr.min}^{-1} \\ \eta &= 0,85 \quad \cos \varphi = 0,75 \\ \text{Tension de service: } U &= 48 \text{ V} \end{aligned}$$

1. Calculer la puissance absorbée par le moteur.
2. Quelle est l'intensité du courant circulant dans le moteur ?
3. Calculer le couple utile du moteur.
4. Donner qualitativement la nature des pertes d'énergie dans le moteur.

4. Optique : Quelques propriétés de la lumière (6 points)

A. Lecture d'un CD

Pour lire un CD dans un ordinateur, on utilise une diode laser qui émet une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 840 \text{ nm}$

1. Que signifie le terme *monochromatique* ?
2. Quelle est la fréquence de cette radiation, sachant que la célérité de la lumière à une valeur égale à $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$?
3. Cette radiation est-elle visible ? Pour justifier la réponse, donner l'ordre de grandeur du domaine des radiations visibles par l'oeil.

B. Dispersion de la lumière

Pour analyser la lumière provenant d'une source lumineuse, on peut utiliser un prisme car il a la propriété de disperser la lumière, c'est à dire de séparer les radiations de longueur d'onde différentes dans le vide donc de couleurs différentes. Le principe de cette séparation repose sur deux réfractions successives, l'une sur la face d'entrée AB, l'autre sur la face de sortie AC. Le prisme est représenté sur la figure de l'annexe (page 6/6).

Placé dans l'air un prisme, d'angle au sommet $A = 60^\circ$, est éclairé à l'aide d'un faisceau monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 520 \text{ nm}$. L'indice de réfraction du prisme vaut $n = 1,51$ pour cette radiation.

On souhaite tracer la marche du rayon incident SI dont l'angle d'incidence est égal à 30° par rapport à la normale à la surface d'entrée AB du prisme.

1. Première réfraction.

- Calculer l'angle de réfraction r après traversée de la face AB d'entrée du prisme.
- Tracer, sur la figure de **l'annexe (à rendre avec la copie)**, le rayon réfracté.

2. Deuxième réfraction.

Le faisceau ressort du prisme au point I' situé sur la face de sortie AC.

- Calculer l'angle d'incidence r' par rapport à la normale à la face AC en sachant que la relation liant A , r et r' est: **$A = r + r'$** .
- Calculer l'angle i' par rapport à la normale, du rayon émergent dans l'air.
- Tracer le rayon émergent sur la figure de **l'annexe**.

3. Déviation du faisceau.

En admettant que la déviation D (angle entre le rayon incident et le rayon émergent) du rayon lors de la traversée du prisme est donnée par la relation: **$D = (n - 1) \times A$** .

- Représenter la déviation D sur la figure de **l'annexe**.
- On éclaire maintenant le prisme avec de la lumière blanche. Sachant que pour une radiation bleue, l'indice du prisme vaut $n_b = 1,680$ et que pour une rouge, cet indice vaut $n_r = 1,596$. Quelle est la radiation la plus déviée ?

ANNEXE

(A RENDRE AVEC LA COPIE)

Prisme d'angle au sommet $A = 60^\circ$

