

BTS INDUSTRIES DES MATÉRIAUX SOUPLES

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES - U. 32

SESSION 2009

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

Matériel autorisé :

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

Document à rendre avec la copie :

Une feuille de papier millimétré à numéroter.

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

Le sujet comporte 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

Des données utiles sont fournies à la fin de chaque exercice.

BTS INDUSTRIES DES MATÉRIAUX SOUPLES		Session 2009
Sciences physiques appliquées — U. 32	IMABSCA	Page : 1/7

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 : les textiles innovants, stars des J.O. (7 points)

Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.

Lors des jeux olympiques d'été, qui se sont déroulés à Pékin du 8 au 24 août 2008, les marques de maillots de bain de natation ont affûté leurs armes. Une des nouvelles tenues était taillée dans une matière constituée d'un polyamide associé à 30 % d'élasthanne. Ce dernier composé, très léger et déperlant, permet une meilleure pénétration dans l'eau.

1. Principe de la réaction de synthèse d'un amide présentant les mêmes propriétés que la fibre polyamide constituant les maillots de bain.

1.1. Un premier réactif a pour formule semi-développée : $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$

a.Écrire sa formule développée.

b.Donner son nom.

c.Entourer le groupe d'atomes caractérisant sa fonction chimique.

d.Nommer ce groupe caractéristique d'une part et cette fonction chimique d'autre part.

1.2. Le second réactif a pour formule semi-développée : $\text{H}_3\text{C} - \text{NH}_2$

Répondre aux mêmes questions (a, b, c, d) que précédemment.

1.3. Les deux réactifs réagissent l'un sur l'autre.

Écrire l'équation de cette réaction.

Entourer et nommer le groupe caractéristique ainsi formé.

2. L'élasthanne, en plus de ses propriétés élastiques, permet au tissu de résister au chlore utilisé dans l'eau des piscines pour éviter la prolifération des bactéries.

2.1. Afin que l'efficacité du chlore dans l'eau soit la plus grande possible, il faut que la concentration en ion oxonium de l'eau soit $[\text{H}_3\text{O}^+_{aq}] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$. Déterminer la valeur du pH correspondant.

2.2. Cette eau de piscine est-elle acide, basique ou neutre ?

3. D'autres vêtements sportifs utilisent le polychlorure de vinyle (PVC).
 Cette molécule de polymère est obtenue à partir d'un nombre n de molécules de monomère chlorure de vinyle (ou monochloroéthène) dont la formule brute est C_2H_3Cl .

3.1. Écrire la formule développée du monomère.

3.2. Écrire l'équation de la réaction de polymérisation.

3.3. De quel type de polymérisation s'agit-il ? Justifier.

3.4. Comment appelle-t-on le nombre n ?

Sachant que $n = 500$, calculer la masse molaire M_p du polymère obtenu.

Données

Masses molaires atomiques : $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_{Cl} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

II. Machine à coudre (« piqueuse ») : (7 points)

Une machine à coudre est alimentée sous une tension sinusoïdale représentée par l'équation horaire : $u(t) = 325 \cdot \sin(100 \pi \cdot t)$

Le déphasage φ de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$ du courant est $\varphi = + \frac{\pi}{4} \text{ rad.}$

1. Étude de la tension.

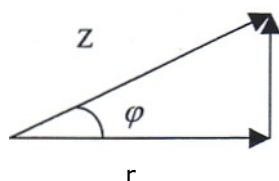
1.1. Déterminer la valeur maximale $\hat{U}$ de cette tension sinusoïdale ; en déduire sa valeur efficace U .

1.2. Calculer la pulsation ω et en déduire la valeur de la fréquence f de la tension sinusoïdale.

1.3. Calculer le facteur de puissance $\cos \varphi$ du moteur de la machine à coudre.

2. La valeur maximale de l'intensité du courant est $\hat{I} = 1,5 \text{ A.}$

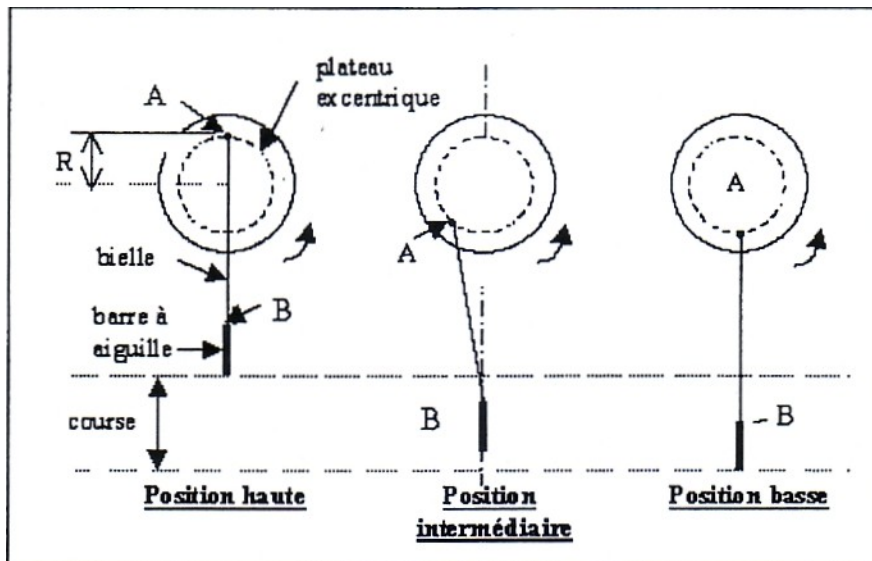
2.1. Déterminer la valeur de l'impédance Z du moteur de la machine à coudre puis en déduire la valeur de sa résistance r à l'aide du diagramme de Fresnel des impédances ci-dessous.



2.2. Écrire l'équation horaire de l'intensité $i(t)$ du courant électrique.

BTS INDUSTRIES DES MATÉRIAUX SOUPLES		Session 2009
Sciences physiques appliquées — U. 32	IMABSCA	Page : 3 / 7

3. La tension précédente permet au moteur de la machine de faire tourner un plateau excentrique de rayon $R = 16 \text{ mm}$, à vitesse constante.
Une bielle est accrochée à l'une de ses extrémités sur le plateau, au point A, et, à son autre extrémité, à la barre à aiguille, au point B, selon les schémas de principe présentés ci-dessous.



La barre à aiguille effectue un mouvement de va-et-vient vertical entre sa position haute et sa position basse pour piquer le tissu à raison de 2400 points par minute.

3.1. Parmi les propositions ci-dessous, choisir celle qui correspond au mouvement d'un point de la barre à aiguille et justifier ce choix.

- (a) circulaire et uniforme ; - (b) rectiligne et varié ; - (c) rectiligne et uniforme.

3.2. Calculer la valeur de la course de l'aiguille (distance entre les positions extrêmes haute et basse).

3.3. Points effectués

a. Calculer le nombre de points effectués en une seconde.

b. Calculer, en millisecondes, la durée nécessaire pour effectuer un point.

4. On souhaite coudre un morceau de tissu rectangulaire de longueur $L = 5,0 \text{ cm}$ et de largeur $l = 3,0 \text{ cm}$.

Pour travailler dans de bonnes conditions, l'éclairement recommandé est $E = 700 \text{ lx}$.

Calculer, en lumens (lm), le flux lumineux que doit émettre la lampe qui éclaire le plan de travail, sachant que le tissu à coudre ne reçoit que 40 % du flux émis.

Données

On rappelle : la formule de l'éclairement : $E = \frac{\Phi_{\text{reçu}}}{S}$

l'expression horaire de la tension dans le cas étudié : $u(t) = \hat{U} \cdot \sin(\omega t)$

III. Ondes sonores et lumineuses : (6 points)

Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.

1. Lors de la fabrication de nouveaux maillots de bain, les coutures ont été remplacées par des soudures aux ultrasons, en vue de diminuer les frottements et ainsi améliorer le glissement dans l'eau. Les ultrasons utilisés pour réaliser les coutures des maillots de bain sont des ondes mécaniques qui ont une fréquence $f = 40 \text{ kHz}$ et une vitesse de propagation dans l'air $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

1.1. Calculer la période T de ces ondes.

1.2. En déduire la longueur d'onde λ correspondante, dans l'air.

2. La lumière est également une onde qui se propage dans le vide ou dans l'air d'indice $n_a = 1,00$ à la vitesse $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Lorsque celle-ci traverse un milieu de propagation différent, elle change de vitesse, ce qui conduit à une modification de sa direction. Ce phénomène s'appelle la réfraction.

2.1. Calculer la valeur de la vitesse de la lumière dans l'eau sachant que l'indice de réfraction de l'eau vaut $n_e = 1,33$.

2.2. La lumière passe de l'air dans l'eau. L'angle d'incidence dans l'air est $i_1 = 20^\circ$.

a. Calculer l'angle de réfraction i_2 (dans l'eau) correspondant.

b. Représenter sur un schéma l'allure générale du trajet suivi par la lumière de l'air à l'eau.

3. Dans le tableau **ci-dessous** figurent les longueurs d'onde limites en nanomètres des couleurs du spectre de la lumière blanche :

Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
400-424	424-491	491-575	575-585	585-647	647-700

3.1. On éclaire un écran « blanc » avec deux faisceaux (1) et (2) de lumière monochromatique et de longueurs d'onde respectives $\lambda_1 = 457 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 530 \text{ nm}$. Ces faisceaux se superposent.

a. Quelle est la couleur apparente de l'écran au lieu de superposition ?

b. Comment appelle-t-on ce phénomène ?

3.2. Éclairé par la lumière blanche du jour, un maillot de bain apparaît avec un fond bleu et les motifs suivants : une bande magenta et un dauphin blanc.

La nuit, ce même maillot de bain est éclairé par une lampe émettant une lumière de longueur d'onde $\lambda_3 = 670 \text{ nm}$.

Dans ces conditions, de quelle couleur vont être respectivement observés :

a. la teinte de fond ?

b. la bande ?

c. le dauphin ?

Justifier chaque réponse à l'aide des couleurs primaires rouge, vert et bleu.

Données

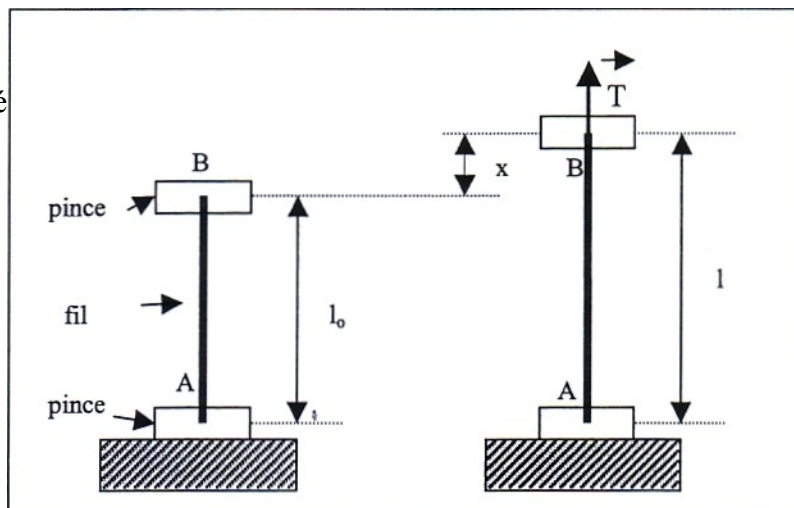
On rappelle la **relation de Descartes** : $n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(i_2)$ et la **définition de l'indice de réfraction d'un milieu** : $n = \frac{c}{v}$, v étant la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu considéré et c la célérité de lumière dans le vide.

IV. Test de résistance à l'étirement d'un fil : (6 points)

On considère un dispositif d'essai textile (« dynamomètre ») utilisé pour tester la résistance à l'étirement d'un fil.

Un essai est réalisé sur un fil de nylon® de longueur au repos $l_0 = 200$ mm. L'une des extrémités du fil étudié est maintenue fixe en A ; l'autre extrémité B est fixée à un dispositif mobile se déplaçant verticalement vers le haut à une vitesse constante $v = 100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Ce déplacement entraîne l'application en B d'une force $\vec{T}$ sur le fil qui s'allonge d'une longueur $x = l - l_0$ selon le schéma de principe **ci-contre**.

Des microprocesseurs intégrés qui pilotent le dynamomètre ont permis d'obtenir les mesures figurant dans le tableau **ci-dessous** :



x en mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T en N	0,00	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,55	2,75	3,00	3,35	3,75	4,25	4,75	5,50

1. Tracer le graphe donnant l'évolution de la valeur T de la force en fonction de l'allongement x , **sur papier millimétré à numéroter et à rendre avec la copie**, en respectant l'échelle suivante :

en abscisses : 1 cm (papier) $\rightarrow$ 1 mm (allongement) et en ordonnées : 1 cm $\rightarrow$ 0,5 N.

2. Pour des forces de valeurs T relativement faibles, le fil de nylon® subit des déformations qui sont réversibles, c'est-à-dire qu'il reprend sa longueur initiale l_0 si on cesse de le tirer.

Dans ce cas, la valeur T de la force et l'allongement x sont des grandeurs proportionnelles qui vérifient la relation : $T = k \cdot x$.

2.1. Déterminer à partir du graphe la valeur de l'allongement x et celle de T à ne pas dépasser sur les machines de production sachant, qu'au-delà de celles-ci, les déformations du fil sont irréversibles (limite d'élasticité). Justifier.

2.2. Calculer le coefficient d'élasticité k .

3. Le nylon® subit une rupture à partir d'un allongement $x_r = 13 \text{ mm}$.

Calculer la durée d'essai (en secondes) à partir de laquelle ce phénomène de rupture se produit.

4. Un objet de masse $m = 100 \text{ g}$ est suspendu au bout d'un fil de nylon® identique à celui testé précédemment.

4.1. Calculer la valeur du poids P de l'objet.

4.2. Déterminer la valeur de l'allongement x du fil.

Donnée

Valeur de la pesanteur : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.