

BTS INDUSTRIES DES MATÉRIAUX SOUPLES

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES - U. 32

SESSION 2012

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).

Tout autre matériel est interdit.

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.

Le candidat doit traiter 3 exercices.

Les exercices n°1 et n°2 sont obligatoires.

Le candidat traitera au choix l'exercice n°3 ou l'exercice n°4.

EXERCICE N°1 : matériaux (8 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

Partie A : vêtement de pompier et nouvelles technologies

Le fabricant français Sofileta a mis au point une veste de pompier, en aramide Nomex© résistante au feu. Elle est équipée d'un système de géolocalisation, de capteurs mesurant le rythme cardiaque et la température du pompier, et de capteurs d'activités, dits « homme mort », déclenchant une alarme quand ils ne détectent plus de mouvement du pompier. Les mesures sont affichées sur un écran situé sur une poche extérieure et sont transmises par Wifi à des ordinateurs.

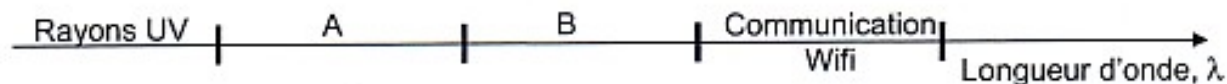
Balsan Technologie propose une veste avec d'autres fonctionnalités comme une caméra thermique, des bandes lumineuses éclairantes en plus des bandes rétro-réfléchissantes et des bandes fluorescentes habituelles. Les bandes éclairantes sont déclenchées quand le pompier reste trop longtemps immobilisé afin qu'il puisse être vu par des personnes dans l'environnement proche.

1. D'après le texte **ci-dessus**, citer un moyen qui permet au pompier d'être vu de jour comme de nuit.

2. Préciser le domaine d'ondes auquel appartient la lumière émise par les bandes lumineuses éclairantes.

3. *La localisation GPS et la communication Wifi des mesures des capteurs se fait par micro-ondes. La caméra thermique détecte les différences de température grâce à l'émission d'infrarouge des corps chauds.*

L'axe ci-dessous représente les domaines d'ondes électromagnétiques en fonction de la longueur d'onde (sans échelle).



Associer les zones A et B aux deux applications suivantes :

- n°1 : bandes lumineuses éclairantes ;
- n°2 : caméra infrarouge.

4. Calculer la longueur d'onde λ d'un signal GPS de fréquence $f = 1,5$ GHz se propageant dans l'air à la célérité $c = 3,0 \times 10^8$ m.s⁻¹.

5. Le Nomex © est obtenu par polymérisation des deux molécules suivantes :



5.a. Nommer les fonctions chimiques présentes sur chaque molécule et donner la formule développée des groupes caractéristiques correspondants.

5.b. Écrire l'équation de la réaction de polymérisation permettant d'obtenir le polymère Nomex© en utilisant les formules semi-développées.

5.c. Nommer la famille à laquelle appartient le Nomex©.
Justifier en donnant la formule développée du groupe caractéristique correspondant.

5.d. Montrer que la masse molaire d'un motif est : $M_{\text{motif}} = 238 \text{ g.mol}^{-1}$.

5.e. Calculer la valeur du degré de polymérisation sachant que la masse molaire du Nomex© est $M_{\text{polymère}} = 59.5 \text{ kg.mol}^{-1}$.

5.f. Sachant que la veste de pompier est composée de Nomex©, donner une propriété de la fibre Nomex©.

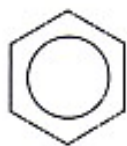
Données :

- masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{N}) = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- $1 \text{ GHz} = 1 \times 10^9 \text{ Hz}$.

Partie B : l'Armalith

L'Armalith© est une matière composée de polyéthylène et de coton. Les jeans en Armalith© sont utilisés par les motards car ils sont résistants à l'abrasion, aux accrocs et à la déchirure lors d'un accident où le motard est éjecté et glisse sur la route.

1. Choisir, parmi les quatre molécules suivantes celle correspondant à l'éthylène (ou éthène) et l'écrire sur votre copie :



2. Nommer la famille d'hydrocarbures à laquelle appartient l'éthylène. Justifier.

3. Écrire l'équation de la réaction de polymérisation de l'éthylène permettant d'obtenir le polyéthylène.

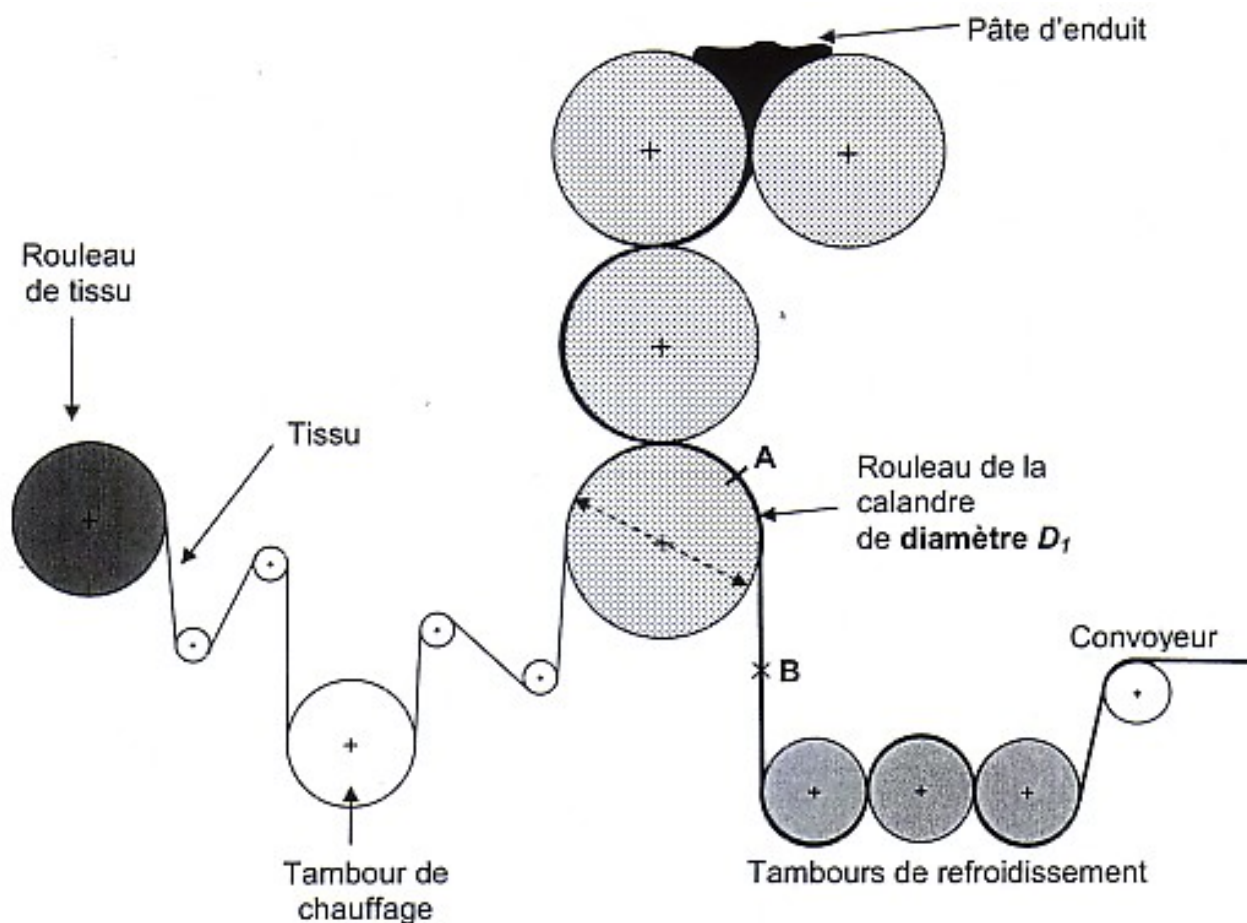
4. Préciser de quel type de polymérisation il s'agit.

5. Nommer la famille de fibres (naturelles ou artificielles) à laquelle appartient le coton.
6. Citer une autre fibre de la même famille que le coton.

EXERCICE N°2 : ennoblissement des tissus par calandrage (6 points)

Le calandrage est une technique utilisée pour déposer, par exemple, un enduit sur un tissu afin de lui donner des propriétés différentes et modifier son aspect. Cette opération s'appelle l'enduction.

Le tissu est déroulé puis chauffé. Il est ensuite mis en contact avec la pâte d'enduit et pressé entre des rouleaux. Le tissu enduit est enfin refroidi puis dirigé vers un convoyeur pour ensuite être enroulé (cf. schéma ci-dessous).



Le diamètre des rouleaux de la calandre est $D_1 = 70 \text{ cm}$.

La vitesse du tissu et de l'enduit entre les rouleaux de la calandre est $v = 0,50 \text{ m.s}^{-1}$. Il n'y a pas de glissement entre le tissu et les rouleaux.

Le tissu enduit a les dimensions finales suivantes :

largeur $l = 1,50 \text{ m}$; longueur $L = 200 \text{ m}$; épaisseur $e = 0,8 \text{ mm}$; masse $m = 432 \text{ kg}$

Le tissu enduit est ensuite enroulé puis posé au sol.

La surface de contact du rouleau sur le sol est $S = 1500 \text{ cm}^2$.

1. Montrer que la vitesse angulaire ω_1 d'un rouleau de la calandre est égale à $1,4 \text{ rad.s}^{-1}$.
2. Calculer la fréquence de rotation n_1 d'un rouleau de la calandre en tr.min^{-1} .
3. Donner le nom du mouvement du point A situé sur le schéma.
4. Donner le nom du mouvement du point B.
5. Calculer le volume V du tissu enduit.
6. Calculer la masse volumique ρ en kg.m^{-3} du tissu enduit.
7. Calculer la valeur du poids P du tissu enduit.
8. Calculer la pression p exercée par le rouleau sur le sol.

Données :

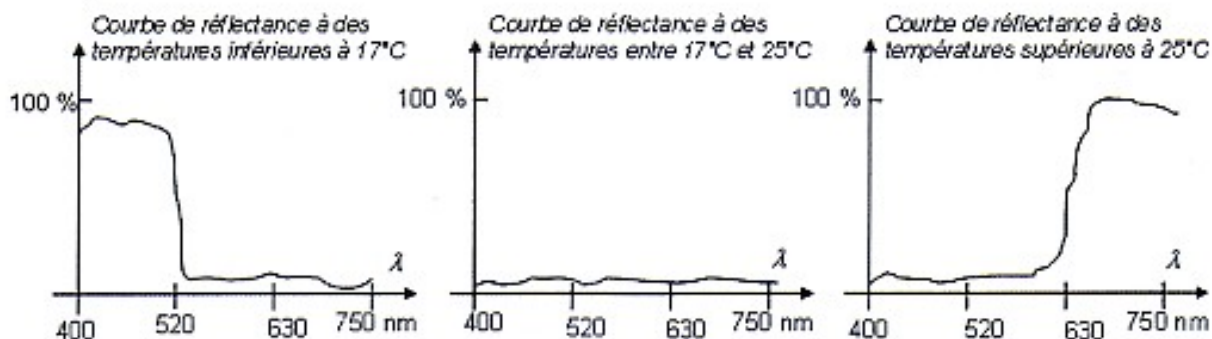
- $g = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$;
- intensité de la force = pression x surface.

EXERCICE N°3 : colorimétrie et éclairages (6 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

Partie A : colorimétrie

Une veste est teinte avec un colorant thermochrome (colorant dont la couleur varie avec la température) dont voici les courbes de réflectance en fonction de la longueur d'onde et de la températures :



Rappels:

- La réflectance est le pourcentage d'intensité lumineuse renvoyée par rapport à l'intensité lumineuse reçue ;
- domaines de longueurs d'onde :
 - domaine du bleu entre 400 et 500 nm ;
 - domaine du vert entre 500 et 630 nm ;
 - domaine du rouge entre 630 et 800 nm.

Selon les courbes précédentes, à une température supérieure à 25°C, la veste renvoie la lumière rouge et absorbe les lumières bleue et verte. La veste apparaît donc rouge lorsqu'elle est éclairée en lumière blanche.

1. Indiquer les couleurs absorbées par la veste pour les températures comprises entre 17°C et 25°C et pour celles inférieures à 17°C.
2. En déduire la couleur de la veste pour ces deux zones de température lorsqu'elle est éclairée en lumière blanche.
3. Donner la couleur de la veste éclairée par une lumière de couleur cyan et placée dans une pièce où la température est de 40°C. Justifier.

Partie B : éclairage

La lampe à incandescence standard n'est plus commercialisée depuis 2010. Il existe d'autres modèles de lampes sur le marché :

- la lampe fluo compacte de la même famille que les tubes fluorescents et consommant cinq fois moins d'énergie que la lampe à incandescence standard;
- la lampe halogène « améliorée » qui renvoie les infrarouges émis initialement vers le filament pour augmenter sa température.

1. La valeur de l'intensité d'une lampe est $I = 190 \text{ cd}$.

Déterminer l'éclairement reçu, en lux (ou cd.m^{-2}), par une table située juste au-dessous de la lampe et à une distance $d = 80 \text{ cm}$.

2. Donner l'évolution de l'éclairement E si on éloigne verticalement la lampe de la table. Justifier.

3. La valeur de la puissance de la lampe halogène est $P = 40 \text{ W}$.

Déterminer la valeur de l'énergie électrique, en wattheures (Wh), consommée pendant $\Delta t = 7 \text{ h}$.

4. Une lampe à incandescence standard consomme une énergie électrique $W_{\text{standart}} = 400 \text{ Wh}$ pour fonctionner pendant une durée égale à $\Delta t = 7 \text{ h}$.

Calculer le pourcentage d'énergie électrique économisée en utilisant une lampe halogène.

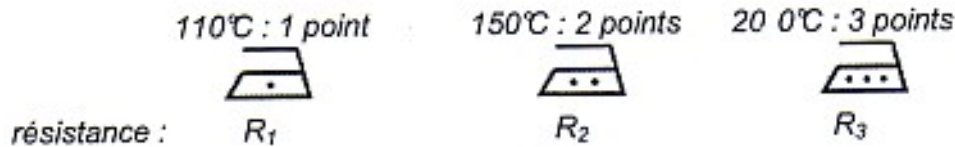
Donnée : $E = \frac{I}{d^2}$

EXERCICE N°4 : thermotest sur textile (6 points)

Le thermotest est un test effectué sur des tissus pour connaître la température optimale de repassage sans qu'il y ait dégradation du tissu.

L'appareil est composé de trois plaques métalliques chauffantes (de résistance R_1 , R_2 et R_3) à des températures différentes :

codes entretiens :



L'appareil est alimenté sous une tension $u(t)$:

valeur efficace $U = 230\text{ V}$ monophasé, $\sim$; $f = 50\text{ Hz}$.

Une plaque est composée d'une résistance parcourue par un courant électrique.

Les trois résistances R_1 , R_2 et R_3 des trois plaques sont branchées en dérivation sur le secteur EDF (générateur).

1. Faire un schéma de l'appareil relié au secteur EDF.
2. La puissance électrique consommée par la résistance R_1 (à la température $\theta_1 = 110^\circ\text{C}$) est $P_1 = 200\text{ W}$
Calculer la valeur de l'intensité efficace I_1 du courant électrique qui traverse la résistance R_1 et en déduire la valeur de cette résistance.
3. La loi donnant la valeur de la résistance R , en ohm, à la température θ en degré Celsius est la suivante : $R_\theta = 460 - 1,78 \times \theta$
Calculer la valeur de la résistance R_2 .
4. Calculer la valeur de la période T de la tension électrique $u(t)$.
5. Calculer la valeur maximale $U_{\max}$ de la tension électrique $u(t)$.
6. Tracer graphiquement l'allure de la tension électrique $u(t)$ en fonction du temps t . (Donner des indications de temps et de valeur de tension électrique sur chaque axe).
7. On découpe trois échantillons d'un tissu et on en place un sur chaque plaque chauffante pendant quinze secondes. Après le test, on observe une coloration du tissu uniquement pour l'échantillon qui a été soumis à la résistance portée à la température $\theta = 200^\circ\text{C}$.
Quel code d'entretien allez-vous donner pour le repassage de ce tissu ? Justifier.
8. Le cordon de branchement du thermotest possède trois bornes.
Nommer les trois bornes.
Indiquer le rôle de la troisième borne **ci-contre** :

