

BTS MÉTIERS DE LA MODE

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES – U. 32

SESSION 2019

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé : l'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

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.

BTS MÉTIERS DE LA MODE		Session 2019
Sciences physiques et chimiques – U. 32	Code : MDE3SPC	Page : 1/6

Les textiles traditionnels évoluent vers les textiles fonctionnels pour répondre aux demandes croissantes du monde moderne (confort, bien-être, santé, hygiène, facilité d'emploi, légèreté, entretien, résistance, esthétique...). L'idée est de conférer des propriétés nouvelles aux textiles pour leur donner le maximum de valeur ajoutée et de fonctions possibles.

I - ÉTUDE D'UN TISSU EN GORE-TEX® (7 pts)

Les parties A et B sont indépendantes et peuvent donc être traitées séparément.

Document 1 – Description d'un blouson de skieur

Veste imperméable et respirante en GORE-TEX® 3 couches :

- matières : GORE-TEX® Pro Shell Holberg 3 couches 154 g/m², extérieur 100 % polyester Ripstop, traité déperlant Dwr, intérieur 100 % polyester respirant et très léger ;
- coupe alpine ;
- coutures thermo-soudées ;
- capuche attenante compatible port du casque, réglable en hauteur et en profondeur, visière protectrice ;
- ouverture principale zippée étanche ;
- ventilations dessous de bras avec zips.

Document 2

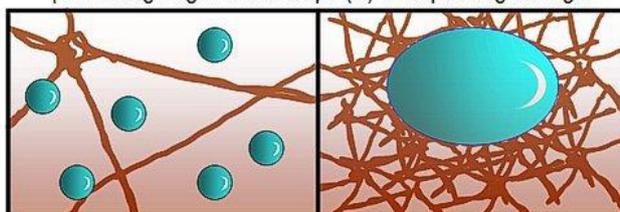
Le GORE-TEX® est un textile breveté par la société WL Gore and Associates en 1969. Il se présente sous la forme d'un matériau fin composé de minuscules trous (nanopores) qui permettent l'élimination de la vapeur d'eau. Le GORE-TEX® est incorporé dans des tissus afin de concevoir des textiles composites utilisés dans la fabrication de vêtements imperméables.

Le GORE-TEX®, incorpore notamment un polymère : le PTFE.



Détail couche GORE-TEX®

Micro pores (L) allow water vapor molecules to escape while preventing larger water drops (R) from passing through.



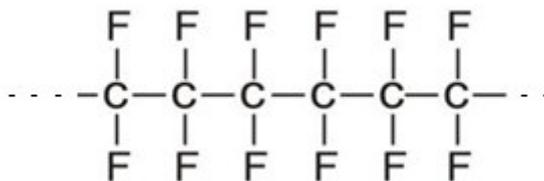
Structure veste GORE-TEX® SOFT SHELL

La partie en PTFE expansée de la membrane contient plus de 1,4 milliard de pores microscopiques par cm². Ces pores sont approximativement 20 000 fois plus petits qu'une goutte d'eau, mais 700 fois plus grands qu'une molécule d'eau. L'eau, sous sa forme liquide, ne peut donc pas pénétrer la membrane Gore-tex®, mais la vapeur d'eau peut facilement s'évacuer.

Une substance oléophobe est intégrée à la structure PTFE et permet à la vapeur d'eau de passer, tout en créant une barrière physique qui empêche l'infiltration de substances contaminantes comme l'huile, les produits cosmétiques, les insecticides et les aliments dans le tissu.

Partie A – Étude du polymère présent dans le GORE-TEX®,

Représentation du *polytétrafluoroéthylène* (PTFE) :



1. Le monomère du PTFE est le tétrafluoroéthène de formule brute C_2F_4 .
 - 1.1. Donner la formule développée de ce monomère.
 - 1.2. Calculer la masse molaire de ce monomère.
2. Donner l'équation de la réaction de formation du PTFE.
3. Indiquer le type de polymérisation qui mène au PTFE. Justifier.
4. Le PTFE a une masse molaire moyenne de $50 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$. Calculer le degré moyen de polymérisation n .

Données :

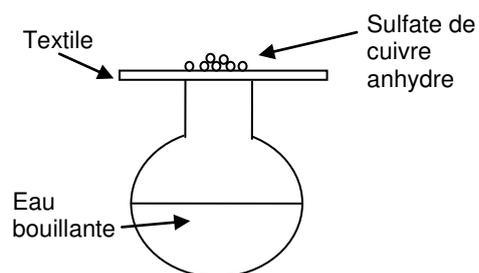
masses molaires atomiques : $M(\text{C}) = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{F}) = 19 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Partie B – Caractère respirant et imperméabilité du tissu.

Au laboratoire, on réalise deux expériences en utilisant le sulfate de cuivre anhydre CuSO_4 qui se présente sous la forme d'une poudre blanche.

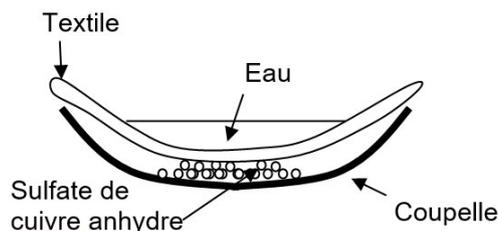
Expérience 1

On porte, dans un ballon, de l'eau à ébullition. Le textile est posé sur l'ouverture du ballon. On dépose du sulfate de cuivre anhydre sur le textile composé de GORE-TEX®. On observe que la poudre blanche devient bleue.



Expérience 2

On dépose une goutte d'eau sur le textile en GORE-TEX®. On dépose du sulfate de cuivre anhydre sur le côté opposé à la goutte d'eau. Le sulfate de cuivre reste blanc.



1. Proposer une interprétation pour chacune de ces deux expériences et relier les résultats aux informations du **document 2 (page 2/6)**.
2. Sachant que la taille d'une molécule d'eau est de l'ordre de 1 nm, estimer l'ordre de grandeur d'un micro-pore, en vous appuyant sur les informations fournies dans les documents.
3. Dédurre de la question précédente et du **document 2**, l'ordre de grandeur de la taille présumée d'une goutte d'eau. Commenter le résultat.

II - TESTS SUR TEXTILE EN POLYESTER (8 pts)

Des tests de traction sur le textile en polyester composant la veste (**document annexe, page 6/6**) ont été réalisés. Lors du test de traction, une éprouvette (bandelette rectangulaire) est étirée entre deux pinces.

Le taux d'élasticité de ce textile doit être supérieur à 1,5 %, pour répondre au cahier des charges.

1. À partir du **document en annexe**, identifier les zones suivantes :
 - zone de déchirure du textile ;
 - zone de plasticité (déformation permanente) ;
 - zone d'élasticité (déformation réversible ; force et allongement proportionnels).
2. À l'aide du **document en annexe**, déterminer l'allongement maximal au point de rupture R.
3. En déduire la durée totale Δt du test.
4. Déterminer, pour le point **A** situé sur la courbe en annexe :
 - 4.1. La force exercée (en Newton) ;
 - 4.2. L'allongement Δl (en mm) ;
 - 4.3. L'allongement relatif ε en %.
5. Le tissu répond-t-il au cahier des charges ? Justifier.

III - CONFORT THERMIQUE (5 pts)

La fonction première des vêtements est le contrôle des transferts de chaleur. Notre confort dépend d'une bonne adéquation entre nos vêtements, nos chaussures, l'environnement, l'activité pratiquée et notre condition physique. Le corps humain, dans un environnement froid, produit l'énergie nécessaire en remplacement de celle perdue par transfert thermique vers l'extérieur, au travers des vêtements, afin de conserver une température interne constante.

L'unité de résistance d'un vêtement, utilisée pour indiquer l'isolation thermique, est le clo, du mot anglais clothes (vêtements). La résistance thermique des vêtements doit être adaptée à la température et à l'activité de la personne.

Un vêtement de résistance thermique R_{TH} égale à 1 clo soit $0,155 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ permet de maintenir l'équilibre thermique d'une personne au repos, dans une pièce de température égale à $21 \text{ }^\circ\text{C}$.

1. Citer les différents modes de transfert thermique usuels.

La puissance thermique surfacique P_s , que libère le corps par unité de surface de peau lors d'une marche à allure normale, est d'environ 120 W.m^{-2} .

2. Calculer la puissance totale P libérée par le corps lors d'une marche à allure normale, sachant que la surface d'un corps humain est en moyenne de $1,7 \text{ m}^2$.

Lors d'une randonnée de l'extrême, un skieur s'est équipé d'une combinaison de résistance thermique de 2 clo. Pour maintenir stable la température intérieure de son corps, il doit donc évacuer, au niveau de la peau, l'énergie thermique produite par son travail musculaire.

Le skieur réalise une randonnée, en haute montagne. Dans cette phase, on considèrera qu'il marche à allure normale ($P_s = 120 \text{ W.m}^{-2}$) et que la température extérieure vaut $\theta_{ext} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Calculer la valeur de la résistance thermique que devrait avoir théoriquement une combinaison afin de maintenir constante la température corporelle. L'exprimer ensuite en clo.
4. Indiquer si sa combinaison est suffisante pour maintenir la température du corps en équilibre. Justifier.
5. Parmi les exemples proposés **ci-dessous**, choisir la combinaison adaptée pour ce skieur.

Données :

- température de la peau : $\theta_{int} = 34 \text{ }^\circ\text{C}$.

- résistance thermique en $\text{K.m}^2.\text{W}^{-1}$: $R_{th} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{ext})}{P_s}$.

Combinaison de ski simple	Combinaison de ski en polaire légère	Combinaison de ski en polaire lourde
2 clo	3 clo	4 clo

ANNEXE

RÉSULTAT DU TEST DE TRACTION DU TEXTILE

Norme : NF G 07 001.

Dimensions éprouvette : longueur 300 mm ; largeur 50 mm.

Distance entre les pinces : $l_0 = 200$ mm.

Vitesse de déplacement de la pince supérieure : $v = 100$ mm.min⁻¹.

