

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

BÂTIMENT

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire n° 99-186 du 16-11-99) est autorisée.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies

Du papier millimétré est mis à la disposition du candidat.

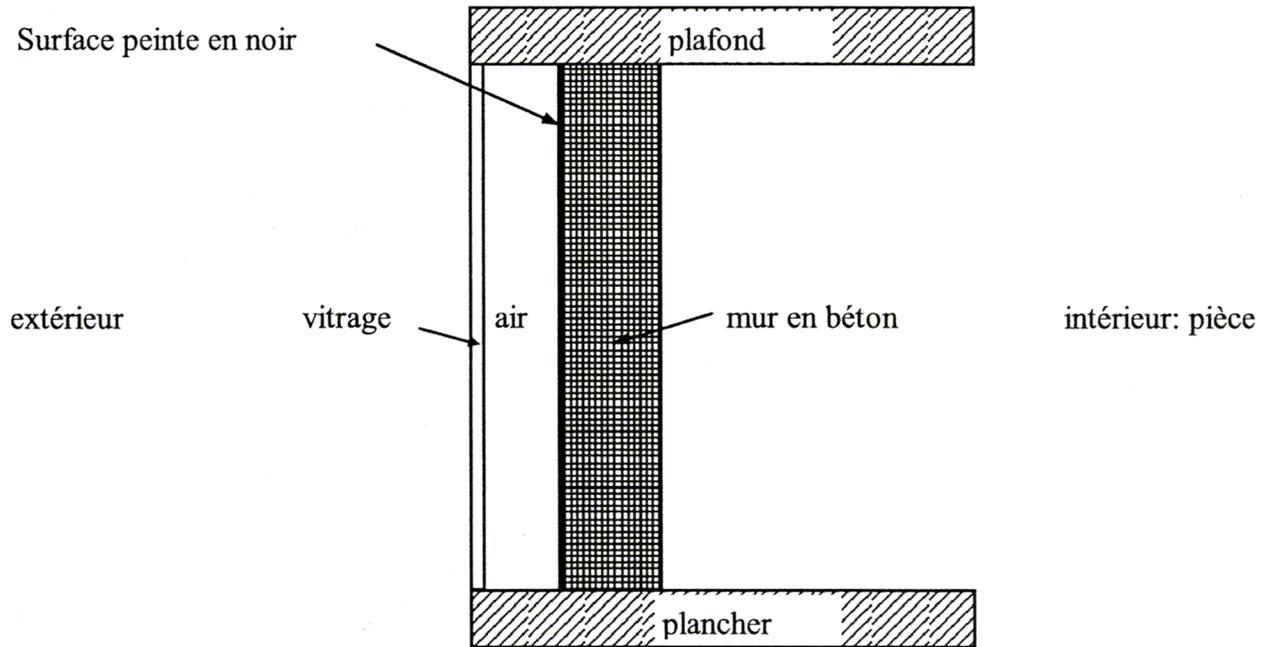
IMPORTANT

Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4 plus la page de présentation.
Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet,
Veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

Les murs capteur et Trombe.

Ce sujet qui comporte 3 parties indépendantes porte sur le principe d'un dispositif appelé « mur capteur » qui utilise l'énergie solaire pour chauffer une pièce. Ce dispositif est constitué d'une baie vitrée située à quelques centimètres à l'extérieur d'un mur en béton exposé au sud. La face extérieure du mur en béton est peinte en noir. Le mur Trombe est un mur capteur qui possède en plus des ouvertures horizontales hautes et basses qui permettent à l'air de la pièce de se réchauffer en circulant dans la zone « chaude » située entre le mur en béton et le vitrage.

La coupe latérale d'un mur capteur a l'allure suivante (sans souci d'échelle) :



Par construction, le simple vitrage, la lame d'air emprisonné entre le vitrage et le mur en béton ainsi que le mur en béton ont des dimensions communes : longueur $L = 3,00$ m et de hauteur $h = 2,50$ m. Seule l'épaisseur des diverses couches varie.

Le simple vitrage a pour épaisseur

$$e_{\text{verre}} = 4,00 \text{ mm.}$$

Le mur en béton a pour épaisseur

$$e_{\text{béton}} = 30,0 \text{ cm.}$$

La lame d'air emprisonné a pour épaisseur

$$e_{\text{air}} = 10,0 \text{ cm.}$$

BTS BATIMENT	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : BTE3SC9		Page 1 sur 4

I/ Thermique (8 points)

I-1. Pour comprendre l'intérêt de la couche d'air, on suppose, pour le début de la première question, qu'elle n'existe pas.

I-1.1. Exprimer littéralement la résistance thermique surfacique notée R_1 de l'ensemble {mur + vitrage} (on suppose ici que l'épaisseur de la lame d'air emprisonné est nulle).

On notera les conductivités thermiques et les résistances thermiques surfaciques superficielles avec les notations introduites ci-dessous.

I-1.2. Calculer la valeur de la résistance thermique surfacique R_1 .

On donne les valeurs des conductivités thermiques :

$$\lambda_{\text{verre}} = 1,15 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{béton}} = 1,75 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Les valeurs des résistances thermiques surfaciques superficielles sont :

$$r_{\text{se}} = 0,0600 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ entre l'air extérieur et la vitre}$$

$$r_{\text{si1}} = 0,110 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ entre le mur en béton et l'air intérieur à la pièce}$$

I-1.3. Calculer maintenant la valeur de la résistance thermique surfacique notée R_2 de l'ensemble [mur + air emprisonné + vitrage].

On donne :

$$\lambda_{\text{air}} = 0,0260 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$r_{\text{si2}} = 0,0500 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ entre la vitre et l'air emprisonné}$$

$$r_{\text{si3}} = 0,100 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ entre l'air emprisonné et le mur en béton}$$

I-1.4. En comparant les valeurs de R_1 et R_2 , conclure sur l'intérêt de la couche d'air emprisonné.

I-2. On suppose, qu'un jour d'hiver, la température extérieure est de 5,00 °C et que la température intérieure est de 19,0 °C.

I-2.1. Calculer la valeur de l'aire S de la surface du vitrage (qui est aussi celle du mur en béton et de la couche d'air emprisonné).

I-2.2. Donner la formule littérale qui permet de calculer le flux thermique ϕ des pertes de puissance occasionnées par ce dispositif capteur.

I-2.3. Calculer la valeur de ce flux ϕ .

I-3. Ce dispositif n'empêche donc pas les pertes mais il les réduit. D'autre part, il permet de capter une partie de l'énergie solaire qui aurait été renvoyée vers l'extérieur par un mur classique : c'est l'origine de son nom « **mur capteur** ».

I-3.1. Rappeler les valeurs extrêmes de longueur d'onde ou de fréquence des radiations dites « visibles ».

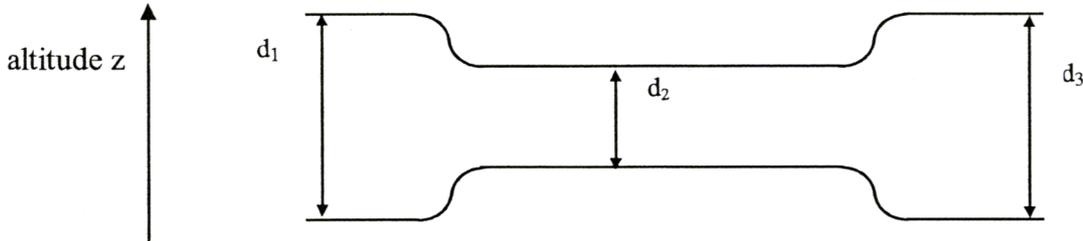
I-3.2. Placer sur un axe **orienté**, en longueur d'onde ou en fréquence, le domaine du « visible » et celui des « infra rouges » (notés IR)

I-3.3. Donner le nom de l'effet qui prend place entre le vitrage et la face du mur peint en noir ?

BTS BATIMENT	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : BTE3SC9		Page 2 sur 4

II/ Mécanique des fluides (6 points)

II-1. Sur certains types de murs capteurs, on pratique des ouvertures horizontales (aussi appelés événements) dans les parties basses et hautes du mur en béton, le dispositif s'appelle alors « mur Trombe » (du nom de son inventeur). On suppose que les ouvertures, situées dans la partie haute du mur, ont le profil suivant (en vue transversale, sans souci d'échelle).



On suppose que l'air ascendant situé entre la vitre et le mur arrive à l'entrée, de diamètre $d_1 = 10 \text{ cm}$, d'un événement supérieur avec une vitesse $v_1 = 20 \text{ cm.s}^{-1}$. Le diamètre intérieur de l'événement d_2 vaut la moitié de d_1 . Le diamètre de sortie de l'événement (côté intérieur) a la même valeur que celui de l'entrée $d_3 = d_1$.

II-1.1. Rappeler l'expression de l'équation, dite de continuité, qui traduit la conservation du débit volumique, noté Q_v , en fonction de S (surface) et v (vitesse).

II-1.2. Grâce à cette relation et à l'énoncé, montrer que la vitesse à l'intérieur de l'événement, notée v_2 , vaut 80 cm.s^{-1} .

II-1.3. Grâce à la géométrie de la conduite, donner la valeur de la vitesse de l'air v_3 , à la sortie de l'événement.

II-2. Afin de commander simplement l'ouverture et la fermeture de l'événement supérieur, on cherche à déterminer l'écart de pression entre l'intérieur de l'événement et la pièce (sortie de l'événement supérieur).

II-2.1. Donner l'équation de Bernoulli (en l'absence de machine hydraulique).

II-2.2. En déduire que l'expression de la dépression entre la pression P_2 (à l'intérieur de l'événement) et P_3 (pression à la sortie de l'événement) en fonction de v_1 peut s'écrire :

$$P_2 - P_3 = - \frac{15}{2} \rho v_1^2$$

II-2.3. Calculer cette dépression.

On donne la valeur de la masse volumique ρ de l'air $1,2 \text{ kg.m}^{-3}$.

II-2.4. La partie interne de l'événement a une surface d'aire $A = 750 \text{ cm}^2$. Calculer la force due à la dépression sur cette surface.

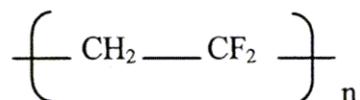
II-2.5. Sans justification, choisir le matériau utilisé pour fabriquer un panneau, d'aire A , (positionné à la frontière entre la partie interne de l'événement et sa sortie) qui s'ouvrirait sous l'effet d'une dépression de l'ordre de $0,35 \text{ Pa}$:

- bois (épaisseur 4 cm),
- soie (épaisseur $0,8 \text{ mm}$),
- caoutchouc (épaisseur 5 cm)

BTS BATIMENT	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : BTE3SC9		Page 3 sur 4

III/ Chimie (6 points)

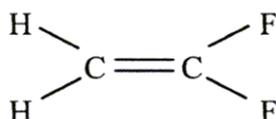
III-1. Pour réaliser la baie vitrée, le propriétaire décide d'utiliser une vitre en plastique incassable composée entre autre d'un polymère de formule :



(n est un entier naturel).

Donner la définition d'un polymère.

III-2. Ce polymère est obtenu à partir du monomère dont la formule développée est la suivante :



III-2.1. Donner l'équation de réaction traduisant le passage du monomère au polymère.

III-2.2. Quel nom donne-t-on à n ?

III-2.3. Déterminer sa valeur.

On donne :

La masse molaire du polymère est de 96 kg.mol^{-1} et les masses molaires atomiques suivantes :

$$M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g.mol}^{-1} ; M_{\text{C}} = 12 \text{ g.mol}^{-1} ; M_{\text{F}} = 19 \text{ g.mol}^{-1} .$$

III-2.4. On dispose d'une masse $m_1 = 500 \text{ kg}$ de monomère. Combien peut-on obtenir, de masse m_2 de polymère, sachant que le rendement de la réaction est de 90 % ?

BTS BATIMENT	SUJET	Session 2009
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : BTE3SC9		Page 4 sur 4