



Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR ENVELOPPE DU BÂTIMENT

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Thème : Etude de l'isolation thermique et acoustique d'un bureau dans un immeuble

Partie I : Etude thermique (7 points)

Partie II : Etude acoustique (7 points)

Partie III : Chimie (6 points)

Toutes les parties I, II et III sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

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.

Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5 y compris la page de présentation.

Assurez-vous qu'il soit complet ; s'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

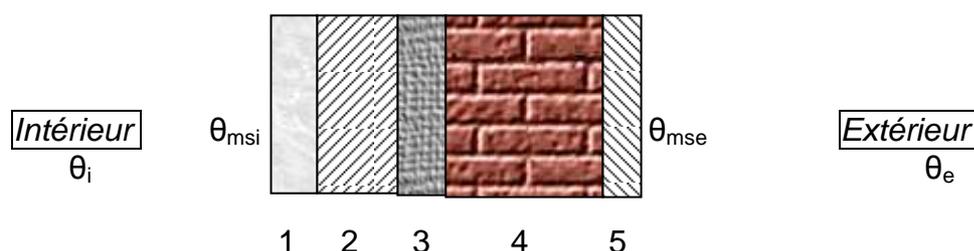
BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2010
Épreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 10EBE3SC1		Page 1/5

Etude de l'isolation thermique et acoustique d'un bureau dans un immeuble

PARTIE A : Thermique (7 points)

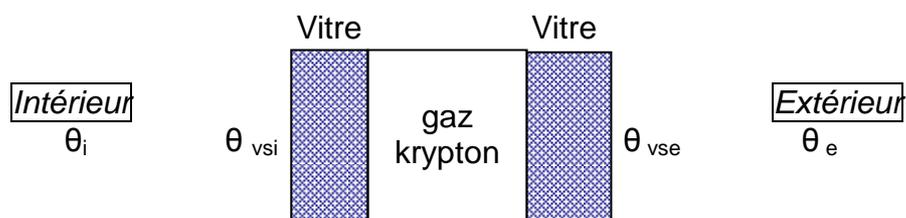
Un bureau situé dans un immeuble est séparé de l'extérieur par une paroi dont la longueur et la hauteur sont respectivement $L = 10,0 \text{ m}$ et $H = 3,00 \text{ m}$. Celle-ci est formée d'un mur composé de plusieurs matériaux superposés et d'une porte vitrée coulissante d'aire $S_v = 6,00 \text{ m}^2$ donnant sur un balcon. Pour tout le problème, les températures intérieure $\theta_i = 20,0^\circ\text{C}$ et extérieure $\theta_e = -5,00^\circ\text{C}$, de part et d'autre de la paroi, sont supposées constantes. Les autres murs ainsi que le plafond et le plancher du bureau sont supposés sans échanges thermiques avec les locaux voisins.

Description du mur : il comprend 5 couches de matériaux.



Matériau	Épaisseur (e) en cm	Conductivité thermique (λ) en $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
(1) Enduit plâtre	$e_1 = 1,50$	$\lambda_1 = 0,500$
(2) Briques plâtrières	$e_2 = 5,00$	$\lambda_2 = 0,500$
(3) Panneaux de liège expansé	$e_3 = 6,00$	$\lambda_3 = 0,0400$
(4) Brique creuse	$e_4 = 20,0$	$\lambda_4 = 0,500$
(5) Enduit chaux/sable	$e_5 = 2,50$	$\lambda_5 = 1,04$

Description du vitrage : Il s'agit d'un double vitrage « 6/15/6 ». Les deux vitres de la porte-fenêtre sont séparées d'un espace rempli de krypton (gaz rare de masse atomique élevée).



Chaque vitre a une épaisseur $e_v = 6,00 \text{ mm}$ et une conductivité thermique :
 $\lambda_v = 1,15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2010
Épreuve U32 Sciences Physiques	CODE : 10EBE3SC1	Page 2/5

Le krypton a une épaisseur $e_{Kr} = 15,0$ mm et une résistance thermique surfacique :
 $r_{Kr} = 1,60 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

Les résistances thermiques surfaciques d'échange superficiel (communes au mur et au vitrage) interne et externe sont respectivement :

$$r_{si} = 0,110 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} \quad \text{et} \quad r_{se} = 0,0600 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Le flux thermique qui traverse la paroi sera supposé permanent et constant.

A-1 / Etude de l'isolation thermique du mur

A-1.1 Citer les 3 modes de transferts thermiques et décrire simplement chacun d'entre eux.

A-1.2 Exprimer littéralement la résistance thermique surfacique du mur notée r_m en fonction des épaisseurs e , des conductivités thermiques λ , de r_{si} et de r_{se} . Calculer r_m .

A-1.3 Exprimer littéralement le flux thermique surfacique qui traverse le mur noté ϕ_m . Calculer ϕ_m .

A-1.4 Calculer les températures superficielles intérieures (θ_{msi}) et extérieure (θ_{mse}) du mur.

A-1.5 Vérifier que le flux thermique Φ_m (appelé aussi puissance thermique) perdu à travers le mur est proche de 270 W.

A-2 / Etude de l'isolation de la paroi

Le flux thermique Φ_v (ou puissance thermique) perdu à travers la vitre est proche de 84 W.

A-2.1 Calculer le flux total Φ des déperditions thermiques à travers la paroi (mur + vitrage). Quelle doit être la puissance d'un convecteur électrique pour maintenir la température du bureau à 20,0°C ?

A-2.2 Quelle est la quantité de chaleur Q exprimée en kWh perdue au cours d'une journée (24 h) d'hiver ($\theta_e = -5,00$ °C) ? Calculer alors le coût du chauffage sachant que le prix moyen du kWh est de 0,0780 euro.

A-2.3 Que pensez-vous de la qualité de l'isolation de cette paroi ? Pourquoi utiliser le gaz krypton à la place de l'air entre les deux vitres ?

On donne $r_{air} = 0,48 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

A-2.4 La porte-fenêtre vitrée donne sur un balcon en béton dont la résistance thermique surfacique est $r_b = 0,140 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. Celui-ci doit être thermiquement isolé de la paroi sinon il constitue un pont thermique.

Qu'est-ce qu'un pont thermique ? Expliquer sa conséquence sur l'isolation du bureau.

PARTIE B : Acoustique (7 points)

Le bureau précédent (**partie A**) dont la longueur est $L = 10,0$ m et la hauteur $H = 3,00$ m a une largeur $l = 8,00$ m. Son mur et ses cloisons sont recouverts d'un enduit-plâtre peint, le plafond est recouvert de dalles insonorisantes et le plancher de dalles thermoplastiques.

La paroi extérieure comprend une porte-fenêtre en double vitrage de surface $S_v = 6,00 \text{ m}^2$.

Une cloison interne comprend deux portes en bois de surface $S_p = 2,60 \text{ m}^2$ chacune.

Le mobilier (bureaux, étagères, chaises...) a une aire d'absorption équivalente $A_m = 1,80 \text{ m}^2$.

Le bureau est occupé en permanence par cinq employés assis ayant chacun une aire d'absorption équivalente $A_e = 0,310 \text{ m}^2$. On rappelle que la paroi extérieure du bureau a pour dimension $L=10,0$ m et $H=3,00$ m.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2010
Épreuve U32 Sciences Physiques	CODE : 10EBE3SC1	Page 3/5

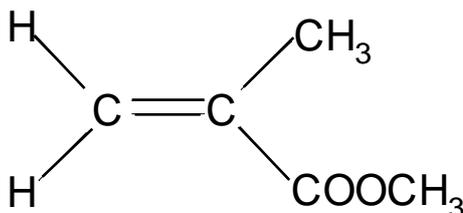
PARTIE C : Chimie (6 points)

Polymérisation du méthacrylate de méthyle (MMA)

Le double vitrage est formé à partir d'un polymère : le polyméthacrylate de méthyle (PMMA) connu sous l'appellation commerciale de *plexiglas*[®].

Il s'agit d'une matière plastique à comportement thermoplastique qui possède des qualités optiques (indice de réfraction...) comparables à celles du verre.

Il est obtenu à partir d'un monomère, le méthacrylate de méthyle dont la formule est :



On donne les masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$:

$$M(\text{H}) = 1,0 \quad ; \quad M(\text{C}) = 12 \quad ; \quad M(\text{O}) = 16$$

C-1 / Qu'est-ce qu'un polymère ? Qu'est-ce qu'une matière plastique ?

C-2 / Ecrire l'équation-bilan de la réaction de polymérisation avec n molécules de méthacrylate de méthyle. Quel nom donne-t-on à ce type de réaction de polymérisation ?

C-3 / Un PMMA possède un indice de polymérisation moyen $n = 1250$.

C-3.1 Calculer la masse molaire du motif.

C-3.2 Calculer la masse molaire du polymère.

Combustion du monomère méthacrylate de méthyle (MMA)

L'une des voies possibles de recyclage du PMMA consiste à le dépolymériser afin de récupérer le monomère MMA qui est alors réutilisé ou détruit par combustion. On considère dans la suite du problème la combustion du MMA.

C-4 / La combustion du MMA dans le dioxygène à haute température conduit à la formation de dioxyde de carbone et à de la vapeur d'eau.

On effectue la combustion de 50 kg de MMA.

C-4.1 Ecrire et équilibrer l'équation-bilan de la réaction de combustion en utilisant la formule brute du monomère.

C-4.2 Calculer la masse de dioxyde de carbone formée.

C-4.3 Quel nom donne-t-on à l'effet dont est majoritairement responsable le dioxyde de carbone dans l'atmosphère ?

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2010
Épreuve U32 Sciences Physiques	CODE : 10EBE3SC1	Page 5/5