

Filière:	Bâtiment
Épreuve de:	Sciences physiques

Durée :	4H
Coefficient :	10

L'usage de la calculatrice est autorisé
On veillera à une présentation claire et soignée des copies
Le sujet est noté sur 60 points

Exercice 1 (12 points)

On se propose d'étudier en régime permanent un mur de bâtiment (chalet de montagne en hiver par exemple) séparant l'intérieur de température $T_{int} = 19^\circ\text{C}$ et l'extérieur de température $T_{ext} = -15^\circ\text{C}$

L'étude est unidirectionnelle (la chaleur se propage uniquement dans la direction ox)

1- Etude du mur simple

Le mur d'épaisseur $e_B = 20$ cm est constitué du béton armé (matériau homogène et isotrope de conductivité thermique $\lambda_B = 1,75 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) (figure 1)

On tient compte des deux phénomènes conduction et convection

- 1.1- Calculer la résistance thermique superficielle du mur
- 1.2- Déduire le flux thermique surfacique ϕ traversant le mur. Préciser le sens de ce flux
- 1.3- Calculer les températures sur les faces interne et externe du mur

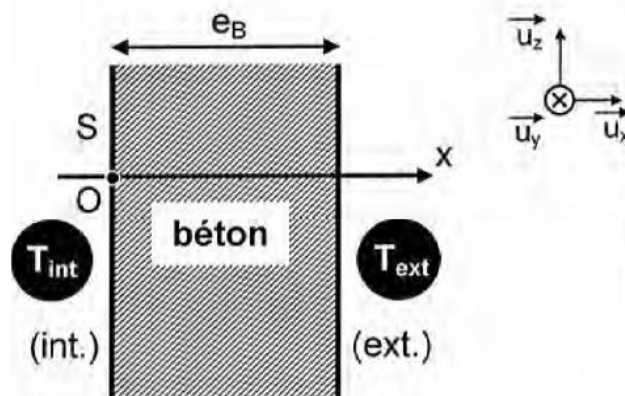


Figure 1

On donne les coefficients de convection en $\text{W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$: $h_{int} = 9,09$ et $h_{ext} = 16,67$

2- Etude du mur composite

Le mur a maintenant une structure composite (figure 2). On ne tient compte dans ce cas que du phénomène de la conduction thermique.

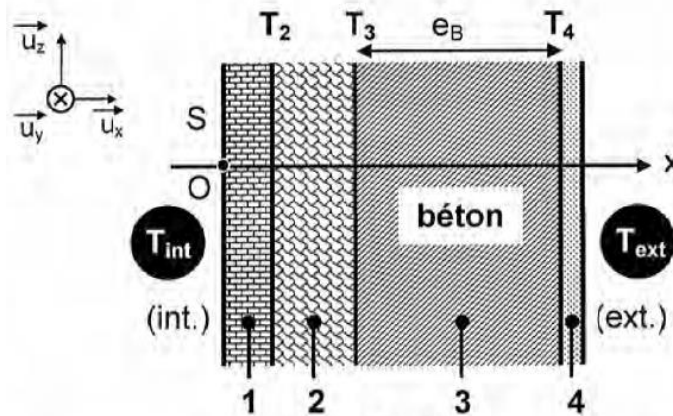


Figure 2

Couche j	1	2	3	4
Matériau	carreaux de plâtre	laine de verre	béton armé	crépis
Épaisseur e_j (cm)	5	8	20 (e_B)	2
Conductivité thermique λ_j ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	0,30	0,04	1,75	0,90

Tableau récapitulatif des matériaux constitutifs du mur composite

- 2.1- Calculer la résistance thermique surfacique du mur
- 2.2- Déterminer le coefficient de transmission surfacique du mur
- 2.3- Calculer les températures intermédiaires T_2 , T_3 et T_4 aux interfaces entre les couches
- 2.4- Représenter, sur le document réponse, le profil de température dans le mur composite
- 2.5- Calculer la conductivité thermique équivalente λ_{MC} du mur composite

Exercice 2 (chimie) (15 points)

A/

Le zinc et le cuivre sont parfois utilisés en tôles pour la couverture des immeubles

- 1- En milieu industriel les pluies peuvent être très acides et le zinc s'attaque facilement

On donne les potentiels standards des couples redox :

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76\text{ V} ; E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{ V} ; E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) = 0\text{ V}$$

- 1.1- Ecrire l'équation de la réaction chimique entre le zinc Zn et les ions hydronium H_3O^+
- 1.2- Calculer la constante d'équilibre de cette réaction à 25°C
- 1.3- Le cuivre Cu est-il aussi attaqué par les pluies acides ? expliquer.
- 2- Le cuivre cristallise dans le système cubique à faces centrées. Le paramètre

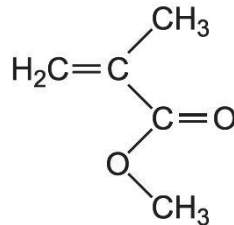
$$\text{de la maille est } a = 360\text{ pm} \quad (1\text{ pm} = 10^{-12}\text{ m})$$

- 2.1- Faire le schéma de cette maille
 2.2- Calculer le rayon atomique du cuivre
 2.3- Calculer la masse volumique du cuivre ainsi que sa densité
 On donne : - la masse molaire du cuivre : $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$
 - Le nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 - La masse volumique de l'eau : $\rho(\text{eau}) = 1 \text{ g.mL}^{-1}$

B/

Le polyméthacrylate de méthyle se distingue des autres matériaux plastiques par sa propre transparence et sa tenue remarquable dans le temps, il est vendu sous des marques telles que Plexiglas ou Altuglas

La formule du méthacrylate de méthyle (Le monomère) est :

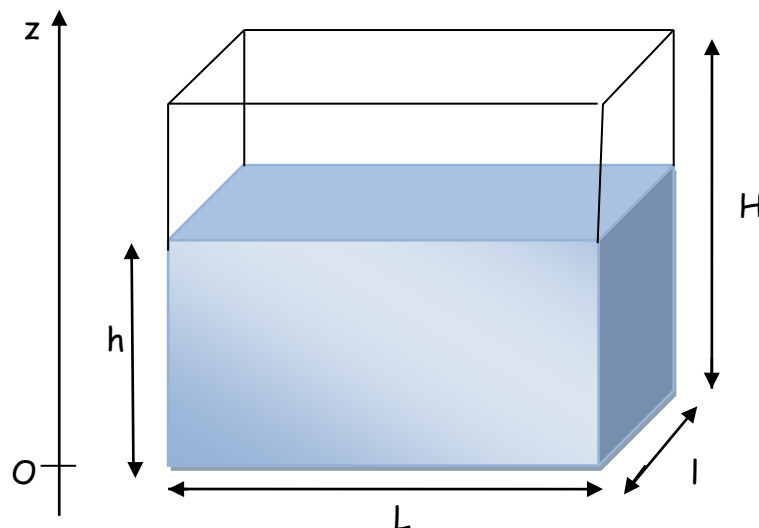


- 1- Calculer la masse molaire du méthacrylate de méthyle
- 2- Ecrire la forme topologique du monomère
- 3- Préciser le motif constitutif
- 4- Ecrire la réaction de polymérisation
- 5- Calculer la masse molaire du produit formé sachant que l'indice moyen de polymérisation est $n = 400$

On donne les masses molaires en g.mol^{-1} $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{H}) = 1$

Exercice 3 (12 points)

Le schéma ci-dessous est celui d'un réservoir ouvert à l'air libre rempli d'eau et muni à sa base d'un orifice de vidange de section $s = 3 \text{ cm}^2$



1- L'orifice est fermé

- 1.1- Calculer la pression P_F en un point du fond du réservoir
- 1.2- Déduire la force pressante exercée par l'eau sur l'orifice et celle exercée sur tout le fond du réservoir
- 1.3- Calculer les forces pressantes exercées par l'eau et l'air sur les faces verticales du réservoir
- 1.4- Un corps en forme de cube d'arête a et de masse m flotte sur l'eau. Seul le $\frac{1}{10}$ du volume du corps est immergé dans l'eau.
 - a- Exprimer le volume immergé V_i en fonction de a
 - b- Déterminer la valeur de la masse volumique de ce corps.

2- L'orifice est ouvert

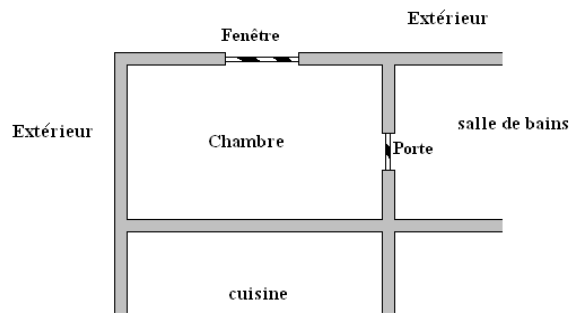
- 2.1- Calculer v la vitesse du jet d'eau au niveau de l'orifice
- 2.2- Calculer D_v le débit volumique du vidange
- 2.3- Déduire D_m le débit massique correspondant
- 2.4- Quelle serait la durée du vidange si le débit restait constant ?
- 2.5- Pendant une durée très petite dt la hauteur du liquide dans le réservoir varie de dz
 - a- Exprimer la variation du volume dV en fonction de dz , L et l puis en fonction de D_v et dt
 - b- Déduire que $dt = -\frac{Ll}{s} \frac{1}{\sqrt{2gz}} dz$ s : la section de l'orifice
 - c- Sachant que $\int \frac{1}{\sqrt{z}} dz = 2\sqrt{z}$ à une constante près, exprimer puis calculer la durée théorique du vidange
- 2.6- La durée réelle du vidange est en fait supérieure à la durée théorique

Expliquer pourquoi ?

On donne : L'accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.Kg}^{-1}$
 La pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1,013.10^5 \text{ Pa}$
 La masse volumique de l'eau $\rho(\text{eau}) = 1 \text{ g/cm}^3$
 $L = 1,60 \text{ m}$; $l = 0,82 \text{ m}$ $h = 1 \text{ m}$ $H = 1,70 \text{ m}$

Exercice 4 (12 points)

On se propose de faire une étude acoustique d'une chambre de l'appartement indiqué sur le schéma ci-après :



1/

Les dimensions de la chambre sont : $L = 6 \text{ m}$; $l = 4 \text{ m}$ et $h = 2,80 \text{ m}$

La surface de la porte : $S_p = 2 \text{ m}^2$, la surface de la fenêtre : $S_f = 1,5 \text{ m}^2$

Les murs et le plafond sont en béton , le sol en carrelage et la porte en bois et la fenêtre en vitre ordinaire

Les valeurs à 1KHz des coefficients d'absorption α des différents matériaux revêtant la surface de la chambre sont :

$$\alpha_1 = \alpha(\text{béton}) = 0,03 \quad ; \quad \alpha_2 = \alpha(\text{bois}) = 0,07 \quad ; \quad \alpha_3 = \alpha(\text{vitre}) = 0,12$$

$$\alpha_4 = \alpha(\text{carrelage}) = 0,04$$

1.1- Rappeler la définition du temps de réverbération

1.2- Calculer le temps de réverbération noté T_r

1.3- On traite tout le plafond à fin d'arriver à un temps de réverbération

$$T_r' = 0,5 \text{ s}$$

a- Calculer la nouvelle surface de sabine A' b- Calculer le coefficient d'absorption α' du matériau qui sert à cette correction

2/

2.1- Rappeler le domaine des fréquences accessibles à une oreille humaine normale

2.2- Déduire la longueur d'onde maximale audible dans l'air .

3/ Le train est une source sonore de forte puissance émettant un mélange complexe de sons .

Des mesures de niveaux d'intensités sont effectués près de l'appartement situé à 25 m de la voie ferrée ont fourni les résultats suivants

Fréquence médiane f de la bande d'octave (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau d'intensité sonore L par bande d'octave (dB)	83,0	82,0	80,3	81,7	81,0	77,5

3.1- Calculer l'intensité sonore correspondante à la fréquence 500 Hz

3.2- Evaluer le niveau d'intensité global de ce bruit ferroviaire.

3.3- Déterminer la valeur de la pression sonore correspondante

3.4- Calculer la puissance acoustique du train (considéré comme source sonore isotrope)

3.5- Calculer l'affaiblissement phonique que doit avoir une paroi de la chambre pour que le niveau d'intensité sonore soit 4 fois réduit .

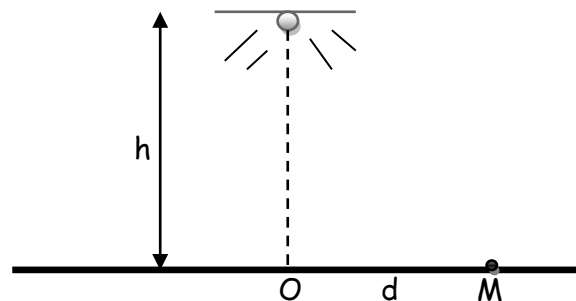
3.6- Déduire le coefficient de transmission τ de cette paroi

On donne :

- La vitesse de propagation du son dans l'air est $C = 340 \text{ m.s}^{-1}$
- La masse volumique de l'air $\rho_{\text{air}} = 1,2 \text{ Kg.m}^{-3}$
- L'intensité de référence correspondant au seuil d'audition (à 1 KHz)
 $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Exercice 5 (9 points)

Dans un bureau, une table ronde est éclairée par une lampe halogène S basse tension de puissance électrique $P = 70 \text{ W}$ et d'efficacité lumineuse $\eta = 40 \text{ lm.W}^{-1}$, cette lampe est fixée sur le plafond situé à une hauteur $h = 1,80 \text{ m}$ du centre O de la table



- 1- Calculer le flux lumineux de la lampe
- 2- La lampe est considérée comme source ponctuelle isotrope (émet uniformément dans toutes les directions)
 - 2.1- Calculer l'intensité lumineuse I de la source
 - 2.2- Calculer l'éclairement au centre O et en un point M de la table situé à la distance $d = 0,50 \text{ m}$ du centre O

3- En réalité la source lumineuse suit la loi de Lambert (L'intensité dépend de la direction d'émission : $I_{\theta} = I_N \cos\theta$ avec l'angle $\theta = O\hat{S}M$)

3.1- Calculer l'intensité maximale I_N

3.2- Calculer l'éclairement au point M

3.3- Déterminer la position du point M' de la table où l'éclairement $E(M')$ est égal à la moitié de l'éclairement au centre

Fin de l'épreuve.

Document réponse (à rendre avec la copie)

Profil de température dans le mur composite

