

BTS SYSTEMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT
SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 1 H 30

Coefficient : 1,5

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Les deux problèmes sont indépendants

Problème 1 : Problème de dynamique

Problème 2 : Problème de transferts thermiques-rayonnement

PROBLEME 1 : Dynamique.

Il s'agit de comparer les performances d'un clouage manuel et celles du cloueur pneumatique.

1 - Clouage au marteau .

La tête d'un marteau de masse m représenté ci-dessous à la figure 1 décrit, dans un plan vertical (plan de figure) un arc de cercle de centre O et de rayon r pour venir frapper le clou. La position initiale du centre de masse G du marteau est à la verticale du point O , dans le plan de figure : $OG = r$.

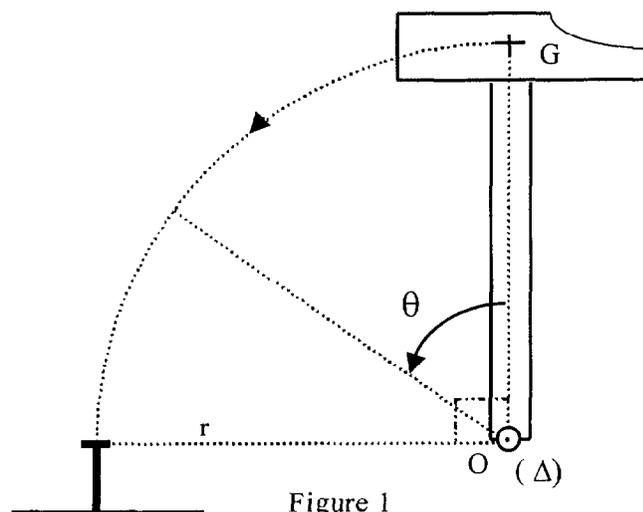
On néglige tout frottement et on considère que l'ensemble des actions mécaniques (poids, opérateur) s'exerçant sur le marteau possède un moment $M_{/\Delta}$, par rapport à l'axe (Δ) de rotation du marteau, **constant** et égal à $M_{/\Delta} = 18,0 \text{ N.m}$. Cet axe Δ est perpendiculaire en O au plan de figure, à l'extrémité inférieure du manche du marteau.

A l'instant $t = 0$, le marteau est dans la position de la figure 1 et sa vitesse est nulle. Le moment d'inertie I du marteau par rapport à l'axe (Δ) sera pris égal à $I = 90,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$.

On donne :

- masse du marteau, $m = 300 \text{ g}$;
- rayon de la trajectoire, $r = 50,0 \text{ cm}$;

On prendra pour l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$



1.1 Mouvement de rotation du marteau :

1.1.a. Exprimer l'accélération angulaire du marteau en fonction de $M_{I/\Delta}$ et I . Vérifier que sa valeur numérique est : 200 rad.s^{-2}

1.1.b. En déduire la nature du mouvement du marteau ?

1.2. Ecrire l'équation horaire angulaire du mouvement, $\theta = f(t)$, puis calculer numériquement la durée jusqu'à l'impact avec le clou.

On choisira comme origine des angles, l'axe vertical passant par O ; θ étant orienté dans le sens trigonométrique direct. On supposera que la position finale correspond à la valeur $\theta = \pi/2$.

1.3. Calculer numériquement la vitesse angulaire à la fin du mouvement, lorsque le marteau frappe le clou, et montrer que la vitesse linéaire du centre de masse du marteau au moment de l'impact est alors de $12,5 \text{ m.s}^{-1}$.

1.4. Quelle est l'énergie cinétique du marteau au moment de l'impact ?

1.5. Travail :

1.5.a. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer le travail W_e des forces extérieures pendant le déplacement.

1.5.b. Quel est, au cours du déplacement, le travail W_m du poids du marteau, son centre de masse se situant en fin de déplacement, à la verticale du clou et à 3 cm de la surface de frappe ?

1.5.c. En déduire le travail W_u fourni par l'utilisateur ?

1.6. Déterminer la puissance moyenne développée par l'utilisateur à chaque coup de marteau s'il donne un coup par seconde.

2 - Etude d'un cloueur à gaz.

En annexe, page 3, on donne une partie de la documentation d'un cloueur à gaz.

2.1. Quelle est la puissance moyenne fournie par le cloueur pendant une seconde ?

2.2. La masse du piston du cloueur est de 90 g. Quelle est la vitesse du piston lors de l'impact ?

2.3. Quelle est la force de poussée sur le piston si on la suppose constante pendant tout son déplacement de 20 mm ?

ANNEXE

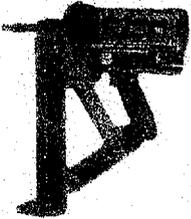
cloueurs à gaz

avantages

- Cadence de fixation :
- 2 tampons par seconde.
- Autonomie gaz :
- 1000 tampons/cartouches.
- Batterie 3000 fixations.
- Chargeur 40 fixations en bande.
- Réglage de puissance automatique.
- Entretien limité.



cloueur à gaz



PULSA 1000
PULSA 1000E

poids
(kg)



énergie d'impact
(J)

77

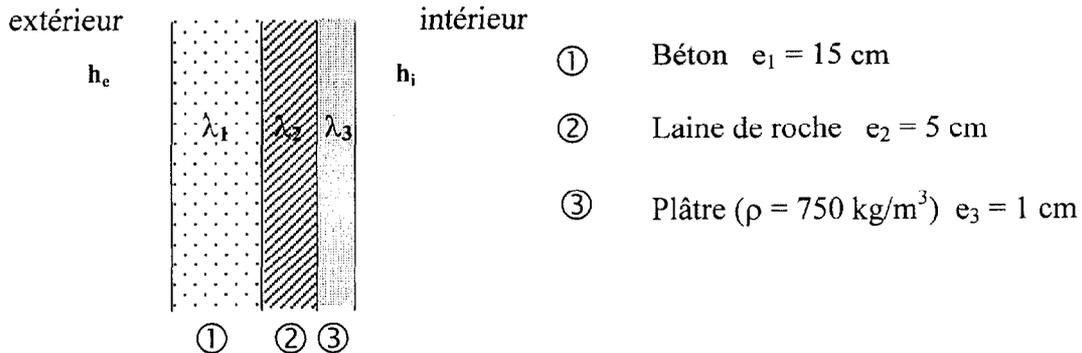
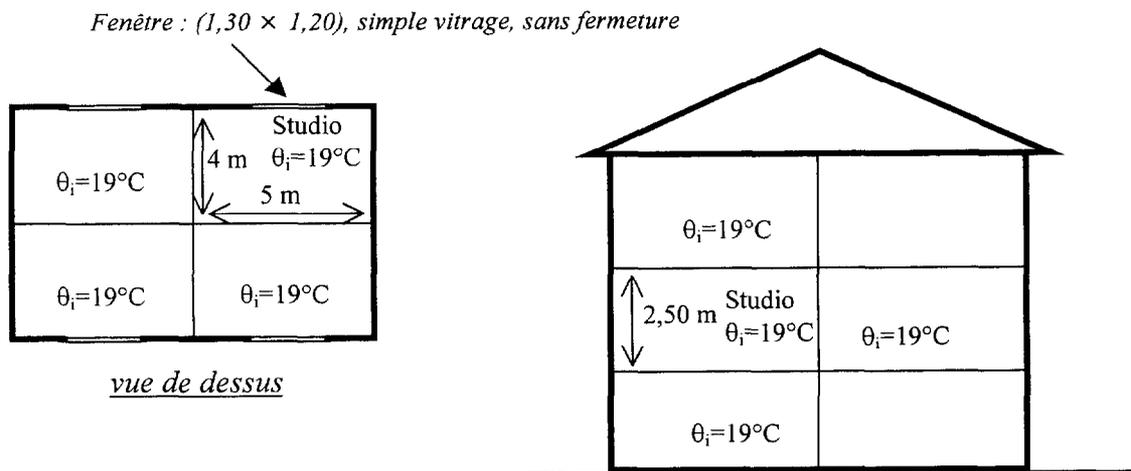
énergie

cartouche
de gaz
(sans CFC)

PROBLEME 2 : TRANSFERTS THERMIQUES – RAYONNEMENT

On souhaite réaliser le dimensionnement d'une installation de chauffage par panneaux rayonnants. Le local considéré est un studio (hauteur : 2,5m ; surface au sol : 4m x 5m) qui comporte 2 façades en contact avec l'extérieur, dont l'une comporte une fenêtre. Les appartements adjacents au studio sont à la même température θ_i ($= 19^\circ\text{C}$) que celui-ci.

Les dimensions utiles et la composition des parois extérieures sont précisées sur les figures ci-dessous, la température extérieure est $\theta_e = 5^\circ\text{C}$.



Vue en coupe des parois en contact avec l'extérieur

PARTIE I : CALCUL DES DEPERDITIONS PAR LES PAROIS EXTERIEURES

*Dans tout le problème, on ne tiendra pas compte des pertes linéiques (ponts thermiques).
Toutes les données nécessaires aux calculs demandés sont fournies en annexe pages 6 et 7.*

Question 1 : Les coefficients de transferts thermiques de surface, h_e (échange paroi extérieure –air extérieur) et h_i (échange paroi intérieure –air intérieure) sont également appelés coefficients d'échanges radioconvectifs.

Quels sont les modes de transferts thermiques principaux pris en compte dans ces grandeurs ?

Question 2 Exprimer littéralement puis calculer numériquement le coefficient de transmission thermique K_p correspondant aux parois en contact avec l'extérieur.

Question 3 : Déterminer la valeur la résistance thermique totale R_p de l'ensemble des deux parois en contact avec l'extérieur.

Question 4 : Exprimer littéralement puis calculer :

4.1) la densité de flux thermique ϕ_p au travers des parois en contact avec l'extérieur ;

4.2) la densité de flux thermique ϕ_f au travers de la fenêtre.

Question 5 : Déterminer les deux flux thermiques traversant les parois en contact avec l'extérieur et la fenêtre du studio

En déduire les déperditions thermiques totales D par les façades (parois + fenêtres) extérieures.

PARTIE II : ETUDE DU CHAUFFAGE PAR RAYONNEMENT.

On étudie, dans cette partie, le chauffage par un panneau rayonnant. **Dans toute cette partie on considérera que le panneau rayonnant est un corps noir.**

Question 1 : Quelle est la principale différence, en ce qui concerne le milieu de propagation, entre les transferts par rayonnement et les autres modes de transfert de la chaleur ?

Question 2 : Pour connaître la puissance de chauffage nécessaire, on utilise des règles de conception permettant le dimensionnement de l'installation.

A l'aide de la documentation jointe en **annexe 2**, page 7, calculer la puissance du panneau rayonnant à installer dans le studio (logement collectif), les déperditions étant évaluées à 281 W.

Question 3 : Ce panneau a pour dimensions : longueur $L=1$ m, hauteur $h = 50$ cm.

Calculer sa température sachant que seulement 30% de la puissance fournie par le panneau est émise par rayonnement.

Formulaire pour le rayonnement :

Loi de Stefan : cette loi définit l'émittance totale du rayonnement d'un corps noir en fonction de sa température.

$$M(T) = \sigma T^4$$

M : émittance, en $W.m^{-2}$

σ : constante de Stefan, $\sigma = 5,67.10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}$

T : température du corps, en K

Puissance émise par rayonnement :

$$P(T) = M(T) \cdot S$$

P : puissance, en W

M : émittance, en $W.m^{-2}$

S : surface du corps rayonnant, en m^2

Loi de Wien :

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2898.10^{-6}$$

λ_{\max} : longueur d'onde pour laquelle l'émittance spectrale est maximale (en m)

T : température du corps (en K)

Résistances superficielles

$$h_i = 9,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

$$h_e = 16,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

Tableau des coefficients λ des matériaux usuels

Matériaux	Masse volumique (kg/m ³)	λ (W/m°C)	Matériaux	Masse volumique (kg/m ³)	λ (W/m°C)
Alu	10 500	420	Alu	360	0,10
Alu	2 700	230	Alu	à 750	à 0,17
Alu	8 930	380	Alu		
Alu	11 340	35	Alu	2 700	1,10
Alu	2 600	≈ 2,8	Alu	100	0,039
Alu	1 900	1,15	Alu	12	0,036
Alu	2 300	1,75	Alu	à 60	à 0,044
Alu	500	0,20	Alu	9	0,046
Alu	750	0,35	Alu	à 40	à 0,031
Alu	à 1 300	à 0,50	Alu		
Alu	650	0,23	Alu	35	0,033
Alu	500	0,15	Alu	30	
			Alu	à 40	0,030

Tableau des coefficients K moyens jour-nuit pour les fenêtres et portes-fenêtres en bois

Type de vitrage	Épaisseur lame d'air (mm)	K moyen (jour-nuit)		
		sans fermeture	avec volets ajourés	volets pleins ou roulants
Simple vitrage		4,25	3,90	3,50
Double vitrage	6	2,90	2,75	2,45
	8	2,80	2,65	2,40
	10	2,75	2,60	2,35
	12	2,65	2,50	2,25
Double vitrage		2,35	2,25	2,05

d'après « Installations électriques », Nathan technique

Règles de conception :

Type	DIMENSIONNEMENT
Panneau rayonnant	$P = D + 10 \cdot V$ (MI) $P = D + 15 \cdot V$ (LC)
Radiateur chaleur douce	$P = D + 10 \cdot V$ (MI) $P = D + 15 \cdot V$ (LC)
Radiateur à inertie	$P = D + 10 \cdot V$ (MI) $P = D + 15 \cdot V$ (LC)
Plafond chauffant électrique	$P = 1,2 \cdot D$
Mixte	$P_b = 1,2 \cdot D$ $P_a = 0,6 \cdot D + 10 \cdot V$
Plancher chauffant/rafraîchissant	$P = 1,2 \cdot D$

P : puissance de chauffage (W)

D : déperditions (W)

V : volume du local (m³)

MI : maison individuelle

LC : logement collectif