

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

ENVELOPPE DU BATIMENT

Sous-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.

ETUDE DU CHAUFFAGE D'UN APPARTEMENT

D) ETUDE DES DEPERDITIONS DE CHALEUR (8 points)

Un appartement est en contact avec l'extérieur par 2 murs de longueur 10,0 m chacun , de hauteur 3,0 m. Ces murs possèdent 2 portes-fenêtres et 2 fenêtres munies de double vitrage de surface totale 15 m². Les murs sont constitués selon le schéma de la figure 1.

On néglige les pertes de chaleur par le sol, le plafond et les deux autres murs ainsi que les phénomènes de convection et de rayonnement.

Les températures intérieure et extérieure sont $\theta_i = 18^\circ\text{C}$ et $\theta_e = -2^\circ\text{C}$.

On donne :

les conductivités thermiques

- de la brique $\lambda_1 = 0,5 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$.
- de l'isolant $\lambda_2 = 0,05 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$
- du béton $\lambda_3 = 1,75 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$

les épaisseurs des différentes couches

- $e_1 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $e_2 = 10 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $e_3 = 16 \times 10^{-2} \text{ m}$

Le coefficient de transmission surfacique du vitrage $K_4 = 3,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

- 1) Calculer en K.W^{-1} , les résistances thermiques respectives, R_m et R_v de l'ensemble des deux murs et des surfaces vitrées.
- 2) On désigne par $\Delta\theta_c$ la différence de température qui existe entre les deux faces d'une même couche, et par R_c la résistance thermique de la couche concernée.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2001
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 1/4

a) Montrer que, en régime stationnaire, on a :

$$\Delta\theta_c = \frac{R_c}{R_m}(\theta_i - \theta_c)$$

b) Déterminer les températures θ_1 et θ_2 des 2 parois de l'isolant.

3) Déterminer la puissance P du chauffage nécessaire.

II) REGULATION DE TEMPERATURE (7 points)

L'appartement dispose d'une régulation de température selon le schéma de la figure 2.

C est un capteur de température dont la tension de sortie est $\frac{U}{\theta} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ V} \cdot \text{C}^{-1}$.

Les amplificateurs opérationnels, supposés parfaits sont alimentés par deux tensions symétriques. Les tensions de saturation sont +12 V, -12 V.

Le transistor permet l'enclenchement d'un relais mettant en marche la chaudière.

1) Etude de l'AO1 :

a) L'AO1 fonctionne en mode linéaire. Pourquoi ?

b) Exprimer U_1 en fonction de U, R_1 , R_2 .

c) Quelle doit être la valeur du rapport $\frac{R_2}{R_1}$ pour avoir $\frac{U_1}{\theta} = 0,10 \text{ V} \cdot \text{C}^{-1}$?

2) Etude de l'AO2 :

a) L'AO2 fonctionne en comparateur. Pourquoi ?

b) Quelles sont les valeurs possibles de U_2 ?

c) Exprimer V_{E2+} en fonction de E, R_3 , R_4 , U_2 .

d) On donne : E = 1,9 V ; $R_3 = 1,5 \text{ k}\Omega$ et $R_4 = 150 \text{ k}\Omega$.

En déduire que les valeurs possibles de V_{E2+} sont 1,76 V et 2,00 V.

3) Quelles sont les valeurs de U_2 :

a) Lorsque $\theta < 17,6^\circ\text{C}$?

b) Lorsque $\theta > 20^\circ\text{C}$?

c) Lorsque θ croît de 17°C à $19,9^\circ\text{C}$?

d) Lorsque θ décroît de 21°C à $17,7^\circ\text{C}$?

4) Graphique :

a) Construire le graphe de la correspondance entre U_2 (en ordonnées) et θ (en abscisses).

b) Quel est l'intérêt d'un tel dispositif ?

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2001
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 2/4

III) ETUDE DE LA CHAUDIERE (5 Points)

La chaudière utilise la combustion du méthane : CH₄.

- 1) Ecrire l'équation de combustion complète du méthane.
- 2) a) Calculer le volume d'air nécessaire à la combustion de 1 m³ de méthane.
b) Calculer le volume de dioxyde de carbone formé par la combustion de 1 m³ de méthane.
- 3) La puissance de la chaudière est de 1,50 kW. En admettant un rendement de 80%, calculer, en L.h⁻¹ le débit de méthane dans la chaudière.

Données : Composition de l'air : $\frac{VN_2}{VO_2} = 4$

V_{mol} = 25 L/mol

Pouvoir calorifique du méthane : $4,0 \times 10^4$ kJ.m³

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2001
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 3/4

Figure 1

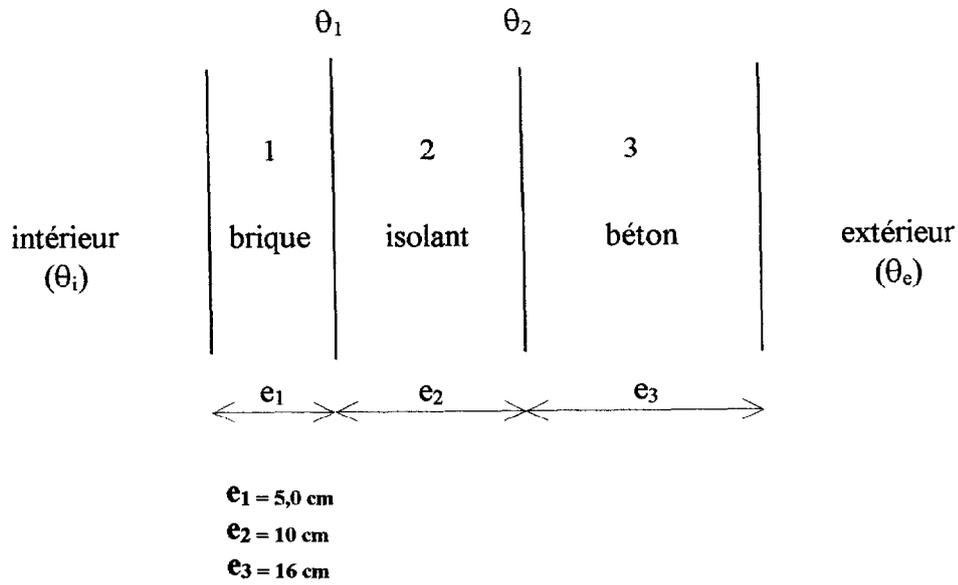
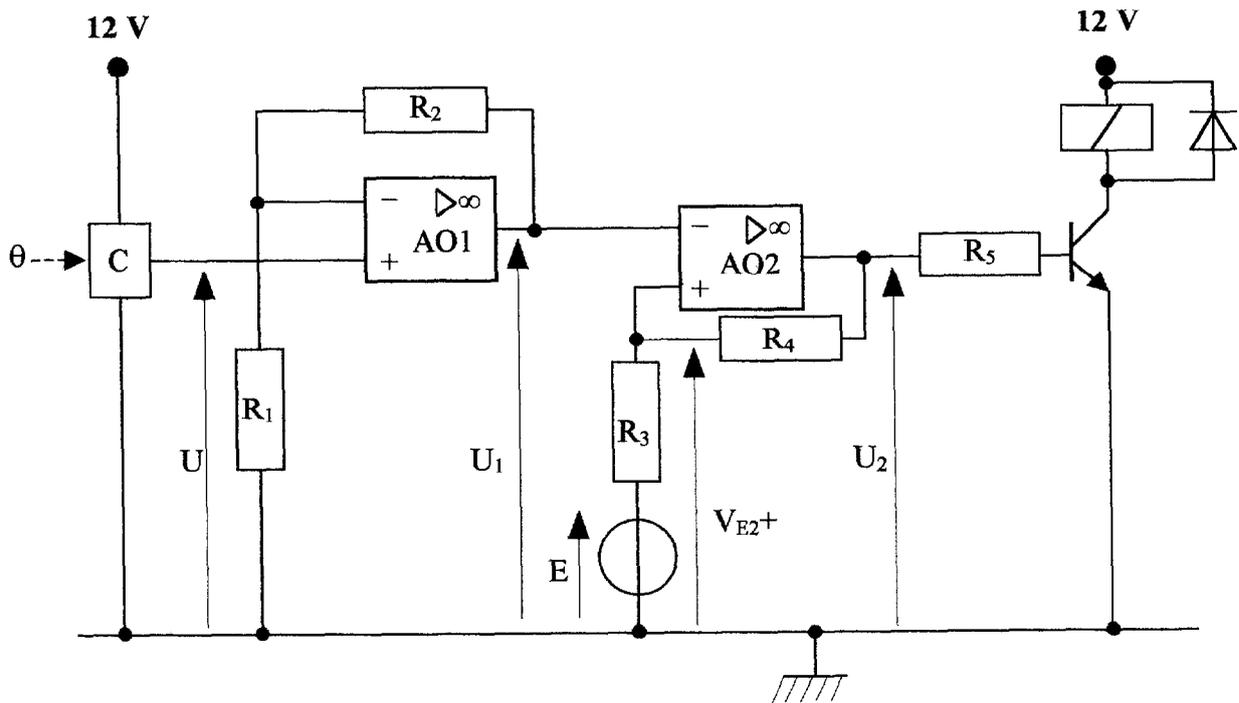


Figure 2



BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2001
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 4/4

BTS DOMOTIQUE

FORMULAIRE DE PHYSIQUE pour la Session 2001

LA STRUCTURE DE LA MATIERE

Nombre d'Avogadro : $N = 6,02 \times 10^{23}$ Charge d'un électron $q_e = -e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

THERMOMETRIE EQUATION D'ETAT

Températures Echelle Kelvin $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$
Dilatation : $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$; $\Delta V = \alpha V_0 \Delta T$
Equation d'état des gaz parfaits : $PV = n R T$; $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

STATIQUE ET DYNAMIQUE DES FLUIDES

Pression dans les fluides $P_A = P_B + \rho g h$
Equation de Bernoulli $P_2 - P_1 + \rho (V_2^2 - V_1^2)/2 + \rho g (h_2 - h_1) + \rho J = \rho W_m$
 ρJ perte de charge (≥ 0)
 W_m Energie massique fournie par la machine : - si la machine est une pompe : $W_m > 0$
- si la machine est une turbine : $W_m < 0$
En l'absence de machine $W_m = 0$

CHALEUR ET TRAVAIL. PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE

$Q = m c_m \Delta T$ c_m : chaleur massique
 $Q = n c_M \Delta T$ c_M : chaleur molaire
 $Q = m L$ L : chaleur latente massique
Expression du travail élémentaire $dW = -P dV$
Humidité relative $H_r = m/m_s$ m : masse de vapeur d'eau présente dans 1 m^3 d'air à T°
 m_s : masse de vapeur d'eau présente dans 1 m^3 d'air saturé à T°
Premier principe de la thermodynamique $\Delta U = Q + W$
Enthalpie $H = U + P V$
Equation d'une transformation adiabatique et réversible $PV^\gamma = \text{cste}$

BTS DOMOTIQUE	FORMULAIRE	Session 2001
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 1/2

DEUXIEME PRINCIPE. ENTROPIE

Egalité de Clausius : $\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} = 0$

Pour un moteur réversible suivant le cycle de Carnot

$$\eta_{\text{rev}} = 1 - \frac{T_f}{T_c}$$

Efficacité d'une machine thermique

$$e = \frac{|Q_c|}{|W|} \text{ ou } \frac{|Q_f|}{|W|} \text{ selon le type de machine}$$

TRANSMISSION DE LA CHALEUR

- $dQ = \Phi dt = \varphi S dt$
- Loi de Fourier : $\varphi = -\lambda \frac{dT}{dx}$
- Loi de Fourier appliquée au mur plan en régime permanent : $\Phi = \lambda \frac{\Delta T}{e} S$
- Loi de la convection : $\varphi = h \Delta T$
- Echanges thermiques entre deux milieux à des températures différentes, en régime permanent
 $\Phi = \varphi S = K \Delta T S$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_e}$$

- Emissance : $M = \frac{d\Phi}{dS}$
- Loi de Stéfan-Boltzmann : $M = \varepsilon \sigma T^4$
 $\sigma = 5,7 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$
 $\varepsilon = \text{émissivité}$
- Loi de Lambert : $M = \pi L$ L : luminance de la source
- Loi de Wien : $T \lambda_{\text{max}} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m.K}$
 λ_{max} : longueur d'onde pour laquelle l'émissance M est maximale

ACOUSTIQUE

Niveau sonore : $N_p = 20 \log \frac{p}{p_0}$ $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$

$N_I = 10 \log (I/I_0)$ $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

$N_W = 10 \log (W/W_0)$ $W_0 = 10^{-12} \text{ W}$

FORMULAIRE DE CHIMIE

LES COMBUSTIONS

Pouvoir comburivore : $V_a =$ volume d'air sec, mesuré dans les conditions normales, nécessaire à la combustion de 1 kg de combustible liquide ou solide (ou 1 m³ de combustible gazeux)

BTS DOMOTIQUE	FORMULAIRE	Session 2001
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 2/2