

1¹REGULATION DE LA TEMPERATURE D'UNE ETUVE

On considère une étuve (figure1) c'est-à-dire une enceinte isolée thermiquement du milieu extérieur par un matériau de conductivité thermique : $\lambda = 0.1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Cette étuve a la forme d'un cube de côté extérieur $L = 50 \text{ cm}$ et de côté intérieur $l = 40 \text{ cm}$.

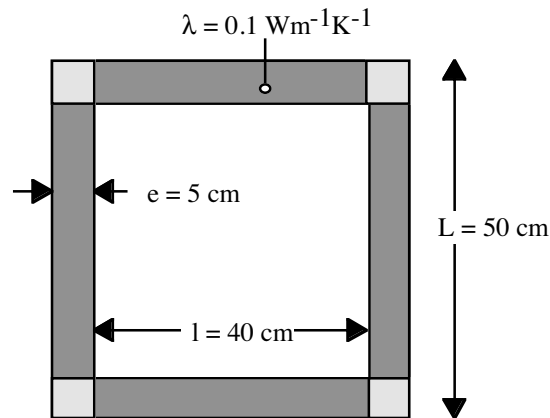


Figure 1 : section de l'étuve

1. Calculer la surface extérieure S_{ext} et intérieure S_{int} de l'étuve.
2. Donner l'expression de la résistance thermique de conduction $R_{\text{th}}(\text{cond})$ de l'étuve sachant que l'on néglige les effets de bords indiqués sur la figure 1. Faire l'A.N.
3. L'étuve est munie d'un système de ventilation de telle façon que la température intérieure T_i soit la même en tous points, y compris sur les parois internes.
 - a) Pour quelle raison la résistance thermique de convection associée à la paroi interne de l'étuve est nulle ?
 - b) Calculer la résistance thermique de convection $R_{\text{th}}(\text{conv})$ associée à l'extérieur de l'étuve. On donne la valeur du coefficient d'échange convectif : $h = 10 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

On place à l'intérieur de l'étude un montage électronique dont on veut tester le comportement vis-à-vis de la température (figure 2). La température ambiante T_a est de 25°C . Le montage électronique, alimenté sous une tension d'alimentation de 15 V , consomme un courant de 1 A .

4. Donner le schéma thermique de l'étuve.
5. Déterminer en régime permanent : la température à l'intérieur de l'étuve T_i ainsi que la température de la surface extérieure T_s .

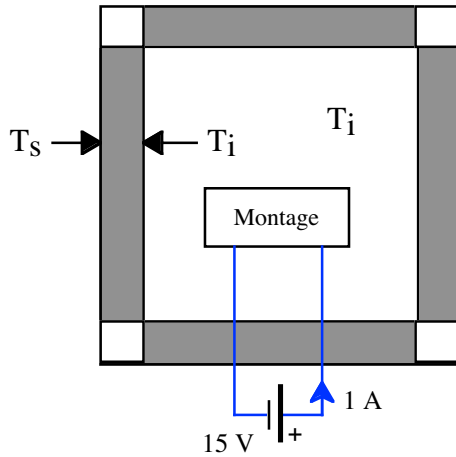


Figure 2

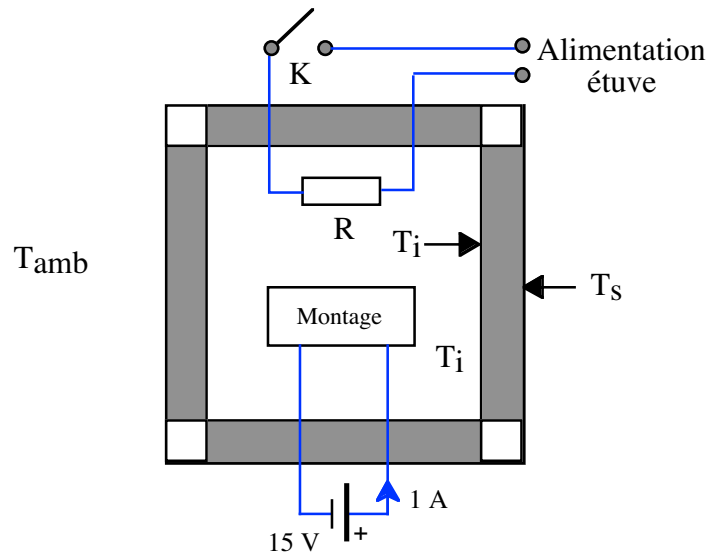


Figure 3

On veut tester le montage électronique soumis à une température T_i de $120\text{ }^\circ\text{C}$ en régime permanent. A cet effet, l'étuve est munie d'une résistance R alimentée par l'intermédiaire d'un interrupteur K (figure 3). Dans ces conditions, le graphe de la puissance P dissipée par la résistance R en fonction du temps est donné en figure 4. On donne $P_{\max} = 200\text{ W}$ lorsque K est fermé.

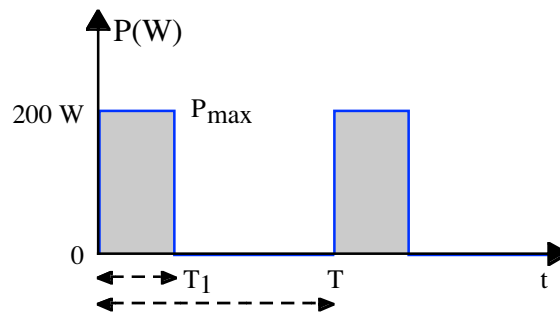


Figure 4

- 6 Pour maintenir la température dans l'étuve à $120\text{ }^\circ\text{C}$, déterminer le flux de chaleur Φ qui doit s'établir entre l'étuve et le milieu ambiant.
- 7 À l'aide de la figure 4, calculer l'expression de la puissance moyenne P_{moy} dissipée par la résistance R .
- 8 En déduire la valeur du rapport cyclique (T_1/T) pour maintenir la température de l'étuve à $120\text{ }^\circ\text{C}$.

CORRECTION

1. Surface extérieure $S_{\text{ext}} = 1,5 \text{ m}^2$. Surface intérieure $S_{\text{int}} = 0,96 \text{ m}^2$.

2.
$$R_{th}(cond) = \frac{1}{\lambda} \frac{e}{S_{\text{int}}} = 520,8 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

3.

a. Pas de convection car l'intérieur de l'étude se trouve à température constante.

b.
$$R_{th}(conv) = \frac{1}{hS_{\text{ext}}} = 66,67 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

4. Schéma thermique de l'étuve.



5. Le montage électronique dissipe une puissance P de 15W. Il se produit un flux de chaleur qui traverse les deux résistances thermiques.

$$T_i = P[R_{th}(cond) + R_{th}(conv)] + T_a = 33,8^\circ\text{C}$$

$$T_s = P[R_{th}(conv)] + T_a = 26^\circ\text{C}$$

6. Flux de chaleur Φ qui doit s'établir entre l'étuve et le milieu ambiant.

$$\phi(W) = \frac{T_i - T_a}{\sum R_{th}} = 161,7W$$

A cette puissance on doit soustraire la puissance dissipée par l'électronique soit 15 W.

Bilan : $\Phi = 146,7W$.

7. Puissance moyenne P_{moy} dissipée par la résistance R :
$$P_{\text{moy}} = \frac{1}{T} P_{\text{max}} T_1$$

8. Solution :
$$\frac{T_1}{T} = \frac{P_{\text{moy}}}{P_{\text{max}}} = 0,733$$