

1. Isolant thermique : faire le bon choix

1.1. Le transfert thermique s'effectue de la maison de température $\theta_2 = 20\text{ °C}$ (source chaude) vers le grenier de température $\theta_1 < \theta_2$ (source froide).

1.2. La valeur du flux thermique est égale à : $\Phi = \frac{\theta_2 - \theta_1}{R}$

$$\Phi = \frac{20 - 5,0}{7,5 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^3 \text{ W} = \mathbf{2,0 \text{ kW}}$$

1.3. Pour isoler correctement, Frédéric doit choisir le matériau conduisant le moins facilement la chaleur, donc le matériau dont la conductivité thermique λ est la plus faible : **le polystyrène extrudé**.

1.4. D'après l'énoncé, si on colle une paroi sur le sol du grenier, la résistance totale sera la somme de la résistance du sol et de celle de la paroi : $R_{tot} = R_{sol} + R_{paroi}$.

$$\text{Calculons } R_{paroi} : R_{paroi} = R_{tot} - R_{sol} = 6,3 \times 10^{-2} - 7,5 \times 10^{-3} = 6,3 \times 10^{-2} - 0,75 \times 10^{-2} = \mathbf{5,6 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}}$$

1.5.1. La relation entre résistance thermique et conductivité thermique est : $R = \frac{e}{\lambda.S}$

Vérifions la par analyse dimensionnelle :

e est une longueur : $\dim(e) = L$

S est une surface : $\dim(S) = L^2$

λ est une conductivité thermique exprimée en $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$: d'après les unités, $\dim(\lambda) = \text{P.L}^{-1}.\theta^{-1}$.

R est une résistance thermique exprimée en K.W^{-1} : d'après les unités, $\dim(R) = \theta.\text{P}^{-1}$

$$\text{Vérifions la dimension de } \frac{e}{\lambda.S} : \dim\left(\frac{e}{\lambda.S}\right) = \frac{L}{\text{P.L}^{-1}.\theta^{-1}.L^2} = \frac{L}{\text{P.L}.\theta^{-1}} = \theta.\text{P}^{-1}$$

$$\text{On vérifie bien que } \dim\left(\frac{e}{\lambda.S}\right) = \dim(R)$$

1.5.2. Epaisseur minimale du panneau du matériau :

$$R_{paroi} \geq 5,6 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$$

$$\frac{e}{\lambda.S} \geq 5,6 \times 10^{-2}$$

$$e \geq 5,6 \times 10^{-2} \times \lambda \times S$$

$$e \geq 5,6 \times 10^{-2} \times 0,033 \times 80$$

$$e \geq 0,15 \text{ m}$$

L'épaisseur minimale du panneau doit être de 0,15 m soit **15 cm**.

2. Principe d'un chauffe-eau solaire

2.1. Les trois modes de transfert thermique sont :

- **conduction** : elle nécessite un milieu matériel. L'énergie est transportée de proche en proche, généralement dans un solide, sans déplacement de matière.
- **convection** : elle nécessite un milieu matériel. L'énergie est transportée par des mouvements de matière, au sein d'un gaz ou d'un liquide.
- **rayonnement** : elle ne nécessite pas de milieu matériel. L'énergie est transportée par des ondes électromagnétiques.

2.2. Mode de transfert thermique qui intervient :

- au niveau du capteur solaire (1), c'est le **rayonnement** car le capteur reçoit le rayonnement électromagnétique provenant du Soleil,
- au niveau de l'échangeur thermique (3), c'est la **conduction** car l'énergie traverse la paroi solide de l'échangeur thermique,
- à l'intérieur du ballon de stockage (5), c'est la **convection** : l'énergie est transportée par le mouvement de l'eau sanitaire.

2.3. L'énergie interne est liée à l'agitation thermique des molécules d'eau. Plus la température est élevée, plus l'agitation thermique est importante : l'énergie interne augmente donc avec la température.

3. Bilan thermique

3.1. Les micro-ondes sont des ondes électromagnétiques dont la fréquence f est égale à $2,45 \times 10^9$ Hz.

3.2. La longueur d'onde des micro-ondes du four est : $\lambda = \frac{c}{f}$

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{2,45 \times 10^9} = \mathbf{0,122 \text{ m}}$$

3.3. $V = 250 \text{ mL} = 0,250 \text{ L}$ et $\Delta\theta = 90 - 10 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$.

La variation d'énergie interne de l'eau est égale à : $\Delta U = m \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta$

Or $m = \rho_{\text{eau}} \cdot V$ ainsi $\Delta U = \rho_{\text{eau}} \cdot V \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta$

$$\Delta U = 1,00 \times 0,250 \times 4180 \times 80 = 8,36 \times 10^4 = \mathbf{8,4 \times 10^4 \text{ J}}$$
 avec deux chiffres

significatifs.

3.4. En admettant que toute la puissance du four serve à chauffer l'eau, la durée de chauffage sera :

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{E}{P} = \frac{\Delta U}{P}$$

$$\Delta t = \frac{8,4 \times 10^4}{900} = \mathbf{93 \text{ s}}, \text{ soit un peu plus d'une minute et demie.}$$