

Chapitre 18 – Transferts thermiques d'énergie

Corrigés des parcours en autonomie

Préparer l'évaluation — 15 — 25 — 27

15 Isolation thermique*Exercice résolu.***25** Isolation simple, double, triple vitrage

a. On utilise la formule de la résistance thermique :

$$R_{\text{th}} = \frac{e}{\lambda S} \quad \text{et} \quad \Phi = \frac{\Delta T}{R_{\text{th}}}$$

Les résistances thermiques des double et triple vitrages se déterminent en ajoutant les résistances thermiques des éléments les constituant (verre + air + verre).

Simple vitrage	$R_{\text{th}}(\text{verre}) = 8,3 \times 10^{-4} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$	$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{\text{th}}} = 3,0 \times 10^4 \text{ W}$
Double vitrages	$R_{\text{th}} = 2R_{\text{th}}(\text{verre}) + R_{\text{th}}(\text{air}) = 0,12 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$	$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{\text{th}}} = 2,2 \times 10^2 \text{ W}$
Triple vitrages	$R_{\text{th}} = 3R_{\text{th}}(\text{verre}) + 2R_{\text{th}}(\text{air}) = 0,23 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$	$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{\text{th}}} = 1,1 \times 10^2 \text{ W}$

marque : les calculs sont effectués sans arrondir les résultats intermédiaires.

b. La configuration la plus isolante est bien celle du triple vitrage. Le flux thermique est réduit d'un facteur 300 en comparaison d'un simple vitrage.

27 Évaluation des compétences expérimentales

a. Le récipient isolé thermiquement nous permet de considérer qu'il n'y a aucun transfert thermique avec l'extérieur.

– Protocole 1 : l'énergie électrique apportée pendant Δt est entièrement transférée à l'eau soit $\mathcal{P}_{\text{électra}} \times \Delta t = C_{\text{eau}} \times \Delta T$. On peut donc calculer C_{eau} .

– Protocole 2 : l'énergie interne du morceau de cuivre est intégralement transférée à l'eau :

$$\Delta \mathcal{U}(\text{cuivre}) = \Delta \mathcal{U}(\text{eau}) \quad \text{soit} \quad C_{\text{cuivre}}(T_f - T_i(\text{cuivre})) = C_{\text{eau}}(T_f - T_i(\text{eau})).$$

Tous les paramètres sont connus ou mesurables sauf C_{eau} , calculable par l'équation.

b. Le protocole 1 peut être considéré comme le plus fiable car il dure moins longtemps. Le critère d'adiabaticité du récipient (pas de transfert thermique avec l'extérieur) ne tient plus sur une période longue. Les pertes augmentent forcément avec le temps.

Approfondir — 28 — 31

28 Objectif BAC – *Exploiter des documents*

Les résistances thermiques s'ajoutent :

$$\begin{aligned} R_{\text{th}} &= \frac{e_{\text{mur}}}{\lambda_{\text{mur}} \times S} + \frac{e_{\text{poly}}}{\lambda_{\text{poly}} \times S} + \frac{e_{\text{platre}}}{\lambda_{\text{platre}} \times S} + \frac{e_{\text{enduit}}}{\lambda_{\text{enduit}} \times S} \\ &= \frac{0,10}{1,4 \times 30} + \frac{0,05}{0,036 \times 30} + \frac{0,01}{0,70 \times 30} + \frac{0,015}{1,15 \times 30} \\ &= 5,0 \times 10^{-2} \text{ K} \times \text{W}^{-1} \end{aligned}$$

Le flux thermique est alors égal à :

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{\text{th}}} = \frac{25}{0,050} = 5,0 \times 10^2 \text{ W}$$

Ce flux non nul contribue à diminuer la température de la première chambre (20°C) et d'augmenter celle de la seconde (-5°C). Il faut le réduire au minimum en augmentant la résistance thermique au maximum. On peut superposer de nouvelles couches de matériaux ou ajouter un unique matériau possédant une grande conductivité thermique.

31 Détection bolométrique et matière noire

1. L'énergie cinétique du muon est intégralement transférée au bolomètre sous forme de transfert thermique.

a. $C_b \times \Delta T = \mathcal{E}_c$ soit $\Delta T = \frac{\mathcal{E}_c}{C_b}$.

A.N. : $\Delta T = \frac{0,5 \times 1,88 \times 10^{-28} \times (200 \times 10^3)^2}{100} = 3,8 \times 10^{-20} \text{ K}$, ce qui est indétectable !

b. En réduisant considérablement la capacité thermique du bolomètre, on peut espérer détecter un écart de température et donc une signature du muon cosmique.

2. a. Conversion en joule : les WIMPS ont une énergie comprise entre $1,6 \times 10^{-16} \text{ J}$ et $1,6 \times 10^{-14} \text{ J}$.

b. Lorsque l'énergie du WIMP est de 10 keV ($1,6 \times 10^{-15} \text{ J}$), elle est transférée thermiquement au bolomètre :

$$C_b \times \Delta T = \mathcal{E}_{\text{WIMP}} \text{ soit } \Delta T = \frac{\mathcal{E}_{\text{WIMP}}}{C_b}$$

A.N. : $\Delta T = \frac{1,6 \times 10^{-15}}{15 \times 10^{-10}} = 1,0 \text{ } \mu\text{K}$

3. La détection aux très basses températures permet de gagner 12 ordres de grandeurs de variation de température. Le micro kelvin est mesurable dans un système de réfrigération à dilution. Le problème reste de trouver un thermomètre suffisamment sensible.