

**CONCOURS COMMUNS
POLYTECHNIQUES****EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE TSI**

PHYSIQUE - CHIMIE**Mercredi 3 mai : 8 h - 12 h**

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les calculatrices sont interdites

Le sujet est composé de 2 parties, contenant chacune 3 sous-parties, les sous-parties étant toutes indépendantes.

Les données nécessaires au candidat sont récapitulées en début de chaque partie.

Certaines valeurs numériques ont été arrondies pour faciliter le calcul à la main.

On trouvera également dans ces parties des aides au calcul.

AUTOUR DE LA MAISON

Présentation générale

Le sujet étudie différents dispositifs qui cherchent à améliorer le confort et la vie à l'intérieur d'une maison.

La première partie s'intéresse à l'optimisation thermique d'une maison grâce à l'installation de doubles vitrages, l'utilisation d'une pompe à chaleur ou encore d'un poêle à éthanol.

La seconde partie regroupe l'étude de différents outils au sein d'une maison. Le candidat sera ainsi amené à étudier le fonctionnement d'un four à micro-ondes, d'un électrolyseur de piscine ou encore d'un filtre ADSL.

Partie I - Optimisation thermique d'une pièce

Données

Surface au sol : 80 m^2 ; largeur : $10,0 \text{ m}$; longueur : $8,0 \text{ m}$; hauteur sous plafond : $3,0 \text{ m}$

Tous les murs donnent sur l'extérieur

Température intérieure : $T_0 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$, supposée uniforme

Température extérieure : $T_1 = 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$, supposée uniforme

Surface vitrée : deux baies vitrées de $6,0 \text{ m}^2$ chacune

Épaisseur de vitre : $e = 4,0 \text{ mm}$

Conductivités thermiques (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) :

$$\lambda_v = 1,0; \quad \lambda_{air} = \frac{1}{3} 10^{-1} \approx 0,033; \quad \lambda_{ar} = 0,020 = \frac{1}{5} 10^{-1}$$

Capacité thermique de la pièce : $C = 3,0 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

Puissance développée par la pompe à chaleur : $P = 300 \text{ W}$

Masses molaires atomiques (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : $M(H) = 1,0$; $M(C) = 12,0$; $M(O) = 16,0$

Numéros atomiques : $Z(H) = 1$; $Z(C) = 6$; $Z(O) = 8$

Masse volumique de l'éthanol : $\rho = 0,80 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$

Aides au calcul

$$46/11 \approx 4,2$$

$$11/46 \approx 0,24$$

$$5,0/46 \approx 0,11$$

$$46/5,0 \approx 9,2$$

$$52/3 \approx 17$$

$$3/52 \approx 5,8 \cdot 10^{-2}$$

$$52 \times 3 \approx 1,6 \cdot 10^2$$

$$\ln(3/2) \approx 0,41$$

I.1. Intérêt d'un double vitrage

Parmi les différents éléments constitutifs d'une habitation, les fenêtres jouent un rôle important dans le comportement thermique de l'habitation.

On cherche ici à montrer l'intérêt d'utiliser un double vitrage en commençant par étudier l'effet d'un simple vitrage.

On s'intéresse d'abord à un simple vitrage. On considère une paroi vitrée de surface S , d'épaisseur e , homogène, de conductivité thermique λ_v , constante et uniforme dans la paroi (voir **figure 1**).

On ne tient compte que des transferts thermiques par conduction. On considère la conduction comme unidimensionnelle selon \vec{e}_x et en régime stationnaire. Ainsi, les grandeurs ne dépendent que de x .

On note $\Phi(x)$ le flux thermique à travers une surface S constante et $j_{th}(x)$ la densité surfacique de flux thermique.

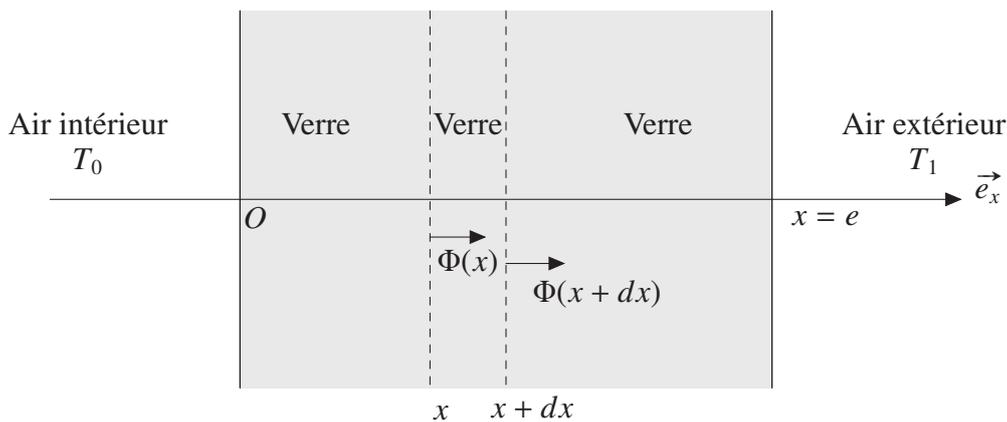


Figure 1 – Simple vitrage

- Q1.** Rappeler la loi de Fourier tridimensionnelle, qui régit le transfert thermique par conduction, ainsi que sa simplification dans le cas unidimensionnel selon \vec{e}_x .
- Q2.** Donner la relation entre $\Phi(x)$ et $j_{th}(x)$.
Donner l'unité dans le Système International de $\Phi(x)$.
- Q3.** On rappelle que l'on se place en régime stationnaire. Justifier que le flux thermique est alors le même à travers toutes les sections de la paroi.
- Q4.** En déduire que la température varie suivant une fonction affine de la position x à travers la paroi vitrée.
- Q5.** Déterminer cette fonction affine en fonction de T_0 , température à l'intérieur de la pièce et de T_1 , température à l'extérieur de la pièce.
- Q6.** Tracer l'allure de la courbe représentative de $T(x)$ pour $x \in [-e, 2e]$.

Dans le cas présent, on peut définir la résistance thermique R_{th} d'une paroi de surface S (exemple : vitre, mur, ...) par la relation $R_{th} = \frac{\Delta T}{\Phi}$, avec ΔT la différence de température entre les deux extrémités de la paroi et Φ le flux thermique à travers la surface S de la paroi.

- Q7.** R_{th} étant définie positivement, donner l'expression de R_{th} pour la paroi vitrée de surface S en fonction de e , λ_v et S .
- Q8.** Faire l'application numérique avec les valeurs proposées dans les données pour une baie vitrée en simple vitrage.