Spécialité : Vitrage électrochrome

Bac S 2018 Asie (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 En été, est-il préférable de disposer de vitrages ayant un facteur solaire g faible ou élevé ? Justifier.

D'après le document 1 : $E_{\text{entrante}} = g \times E_{\text{incidente}}$.

Pour un ensoleillement donné, l'énergie qui pénètre dans la pièce est proportionnelle à g. Plus g est petit, moins la pièce reçoit d'énergie et moins elle s'échauffe.

En été, il faut un vitrage de facteur solaire g **faible**.

COMPRENDRE
g est un rapport de deux énergies : il n'a pas d'unité. Avec $g = 0{,}14$, seuls $14\,\%$ de l'énergie solaire reçue par le vitrage entrent dans la pièce.

COMPRENDRE
Ancien programme : la résolution de problème de l'enseignement de spécialité a disparu. Les notions utilisées ici (capacité thermique, $\Delta U = C\,\Delta T$, bilan d'énergie) restent au programme actuel de terminale.

2 Vérifier que l'énergie reçue en une journée de juin par la mezzanine à travers le vitrage standard est comprise entre 400 et 600 MJ. Problème : montrer que l'installation des vitrages électrochromes a permis de limiter la température à 26 °C dans la mezzanine.

Données utiles $C_t = 3{,}8 \times 10^7\ \text{J}\cdot\text{K}^{-1}$; $\theta_i = 22\ ^\circ\text{C}$; $\theta_{\max} = 36\ ^\circ\text{C}$; $E_{\text{surf}} = 5{,}7\ \text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}$; 24 vitrages de $1{,}86\ \text{m} \times 1{,}00\ \text{m}$; $g = 0{,}14$; $1\ \text{Wh} = 3600\ \text{J}$; consommation : 60 W pendant 24 h

Question 2. Les échanges thermiques ne se font qu'à travers le vitrage : toute l'énergie reçue sert à élever la température de la mezzanine, de θ_i à $\theta_{\max}$.

$$E_{\text{reçue}} = C_t\,(\theta_{\max} - \theta_i) = 3{,}8 \times 10^7 \times (36 - 22) = 5{,}3 \times 10^8\ \text{J}$$

$E_{\text{reçue}} = 5{,}3 \times 10^2\ \text{MJ}$**, valeur bien comprise entre 400 et 600 MJ.**

Problème. Démarche. On calcule l'énergie solaire reçue par la verrière en une journée, puis la part qui entre dans la pièce, et enfin l'élévation de température qu'elle provoque. Même hypothèse qu'à la question 2 : échanges à travers le vitrage seulement, température du matin $\theta_i = 22\ ^\circ\text{C}$.

a. Surface de la verrière.

$$S = 24 \times 1{,}86 \times 1{,}00 = 44{,}6\ \text{m}^2$$

b. Énergie solaire incidente en une journée.

$$E_{\text{inc}} = E_{\text{surf}} \times S = 5{,}7 \times 44{,}6 = 2{,}5 \times 10^2\ \text{kWh}$$

Comme $1\ \text{kWh} = 3{,}6 \times 10^6\ \text{J}$: $\quad E_{\text{inc}} = 9{,}2 \times 10^8\ \text{J}$.

c. Énergie entrant dans la mezzanine.

$$E_{\text{ent}} = g \times E_{\text{inc}} = 0{,}14 \times 9{,}2 \times 10^8 = 1{,}3 \times 10^8\ \text{J}$$

d. Température atteinte. Cette énergie échauffe la mezzanine : $E_{\text{ent}} = C_t\,(\theta_f - \theta_i)$, donc

$$\theta_f = \theta_i + \frac{E_{\text{ent}}}{C_t} = 22 + \frac{1{,}3 \times 10^8}{3{,}8 \times 10^7} = 22 + 3{,}4 = 25{,}4\ ^\circ\text{C}$$

e. Regard critique. Le vitrage consomme $E_{\text{él}} = P\,\Delta t = 60 \times 24 = 1{,}4 \times 10^3\ \text{Wh} = 5{,}2 \times 10^6\ \text{J}$. Même si toute cette énergie finissait en chaleur dans la pièce, on aurait $\theta_f = 25{,}5\ ^\circ\text{C}$: la conclusion ne change pas.

$\theta_f \approx 25\ ^\circ\text{C} < 26\ ^\circ\text{C}$: le vitrage électrochrome limite bien la température à 26 °C.

PIÈGE
Laisser E_{inc} en kWh alors que C_t est en $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$. Oublier le nombre de vitrages, ou oublier d'ajouter θ_i : $3{,}4\ ^\circ\text{C}$ est une élévation de température, pas la température finale.

COMPRENDRE
Un écart de température a la même valeur en °C et en K : $36 - 22 = 14\ ^\circ\text{C} = 14\ \text{K}$. Deux chiffres significatifs, comme C_t, g et E_{surf} ; les valeurs non arrondies restent dans la calculatrice d'une étape à l'autre.

MÉTHODE
Résolution de problème : annoncer la démarche et les hypothèses, enchaîner des étapes repérées (relation littérale, calcul, unité), puis conclure en comparant à la valeur de l'énoncé. Ici, le vitrage standard correspondait à $g \approx 0{,}58$: quatre fois plus d'énergie entrante.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$3.8 \times 10^7 \times (36 - 22)$
$\approx 5.32 \times 10^8$

$24 \times 1.86 \times 1.00$
≈ 44.64

5.7×44.64
≈ 254.448

$254.448 \times 3.6 \times 10^6$
$\approx 9.160128 \times 10^8$

$0.14 \times 916\,012\,800$
$\approx 1.282418 \times 10^8$

$22 + \dfrac{128\,241\,792}{3.8 \times 10^7}$
≈ 25.37478

$60 \times 24 \times 3600$
$5\,184\,000$

$22 + \dfrac{128\,241\,792 + 5\,184\,000}{3.8 \times 10^7}$
≈ 25.51121