

Terminale Spécialité G - Physique-Chimie
Devoir en classe n°1 - Durée : 2h
Proposition de correction

EXERCICE I : CHAUFFAGE D'UNE PISCINE (8 POINTS)

1. Étude du comportement thermique de l'eau de la piscine

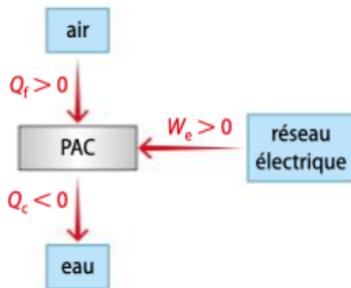
- CON** 1.1. Au niveau microscopique, les molécules d'eau dans la piscine voient leur énergie cinétique moyenne augmenter durant le fonctionnement de la PAC puisque la température de l'eau de la piscine augmente.
- RÉA** 1.2. Variation d'énergie interne de l'eau : $\Delta U = m_{eau} \times c \times \Delta T$ ou encore

$$\Delta U = \rho_{eau} \times V_{eau} \times c \times \Delta \theta = 1,00 \cdot 10^3 \times 10,0 \times 4,18 \cdot 10^3 \times (27 - 10) = 7,1 \cdot 10^8 \text{ J} = 710 \text{ MJ}$$
- CON** 1.3. Le système considéré est l'eau de la piscine, fluide incompressible. D'après le premier principe de la thermodynamique, $\Delta U = Q + W$ mais comme le système est incompressible, on obtient $\Delta U = Q$. Or, d'après ce qui précède, $\Delta U = 7,1 \cdot 10^8 \text{ J} = Q$. On en déduit que la PAC a transféré 710 MJ d'énergie thermique à l'eau de la piscine.

2. Étude de la pompe à chaleur

- ANA** 2.1. Au cours du fonctionnement de la PAC, la source froide est le milieu extérieur (air ou atmosphère) dont la température demeure constante ; la source chaude est l'eau de la piscine dont la température va augmenter.

- ANA** 2.2. Bilan énergétique de la PAC :



- RÉA** 2.3. Énergie électrique W_e consommée par la PAC :

$$W_e = P_{PAC} \times \Delta t = 12,5 \cdot 10^3 \times (5 \times 3600 + 20 \times 60) = 2,4 \cdot 10^8 \text{ J} = 240 \text{ MJ}$$

- RÉA** 2.4. Rendement énergétique de la PAC : $\eta = \left| \frac{Q}{W_e} \right| = \frac{710}{240} = 3,0$

- ANA** 2.5. Un mode de chauffage classique de type résistance chauffante transforme toute l'énergie électrique reçue en énergie thermique. Pour produire les 710 MJ nécessaires à chauffer l'eau de la piscine, il faudra donc fournir une énergie électrique $W'_e = 710 \text{ MJ}$.

- VAL** 2.6. D'après ce qui précède, l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de la PAC est trois fois plus petite que celle qu'il faudrait fournir à un système de chauffage de type résistif. La PAC est donc trois fois plus performante qu'un système de chauffage classique.

EXERCICE II : DOUBLE VITRAGE ET ISOLATION THERMIQUE (12 points)

1. Espace écocitoyen

- ANA** 1.1. On sait que $\Phi = -\lambda \times S \times \frac{T_e - T_i}{e}$ d'où $-R = \frac{T_e - T_i}{\Phi} = -\frac{e}{\lambda \times S}$ donc $R = \frac{e}{\lambda \times S}$
- ANA** 1.2. La résistance thermique R est donc toujours positive, bien entendu.
- ANA** 1.3. Si $T_e < T_i$, alors $T_e - T_i < 0$ et le flux est positif de l'intérieur vers l'extérieur, ce qui est cohérent puisque le milieu extérieur va gagner de l'énergie étant donné qu'il est plus froid. Inversement, si $T_e > T_i$, alors $T_e - T_i > 0$ et le flux est négatif de l'intérieur vers l'extérieur, ce qui signifie que le milieu extérieur cède de l'énergie au milieu intérieur.
- CON** 1.4. L'unité du flux thermique Φ dans le système international est le watt de symbole W. Comme nous savons que $R = \frac{T_e - T_i}{\Phi}$, alors l'unité de la résistance thermique R est le $\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- ANA** 1.5. D'après le tableau du **document 1**, la valeur de la résistance thermique minimale exigée pour 1 m^2 de plancher bas donnant sur un local non chauffé est $r = 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. La résistance thermique minimale exigée pour la surface totale de ce plancher est donc $R' = \frac{r}{S'} = \frac{2,0}{36} = 5,6 \cdot 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$.
- APP** 1.6. D'après le **document 1**, le toit de la maison présente la plus grande part des pertes énergétiques. Il convient donc d'apporter une attention particulière à l'isolation du toit et des combles afin de limiter au maximum les pertes énergétiques.

2. Vitrage simple

- RÉA** 2.1. $R = \frac{e}{\lambda \cdot S} = \frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{2,4 \cdot 10^{-2} \times 15} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$
 $\Phi = \frac{T_i - T_e}{R} = \frac{20 - 5}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 1,1 \cdot 10^3 \text{ W} = 1100 \text{ W}$
- VAL** 2.2. La résistance thermique surfacique est donnée par $r_1 = R \times S = 1,4 \cdot 10^{-2} \times 15 = 0,21 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, ce qui est inférieur à la valeur minimale de la réglementation qui est de $0,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. Ce simple vitrage est donc un mauvais isolant thermique.
- VAL** 2.3. La valeur de Φ est relativement élevée : elle correspond à 11 lampes de 100 W ou un radiateur de 1000 W.
- RAI** 2.4. En conservant les mêmes températures, pour diminuer les pertes, donc pour diminuer Φ , il faut augmenter la résistance thermique R dont l'expression est $R = \frac{e}{\lambda \cdot S}$. Pour augmenter cette résistance, on peut augmenter l'épaisseur du vitrage (mais il devient lourd et onéreux) ou en diminuer la surface (mais ce n'est pas très réaliste car cela limite la lumière entrant dans la pièce). Le plus efficace serait donc d'opter pour un matériau (ou une association de matériaux) présentant une plus faible conductivité thermique λ .

3. Double vitrage

- RÉA** 3.1. Résistance thermique de la couche d'air : $R_a = \frac{e'}{\lambda' \cdot S} = \frac{16 \cdot 10^{-3}}{0,025 \times 15} = 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$
- RÉA** 3.2. D'après l'énoncé, les résistances thermiques s'additionnent donc
 $R_d = R_i + R_a + R_i = 2 \cdot R_i + R_a = 2 \times 2,8 \cdot 10^{-4} + 4,3 \cdot 10^{-2} = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Pour un mètre carré de surface, on obtient donc
 $r = 15 \cdot R_d = 15 \times 4,4 \cdot 10^{-2} = 0,66 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} > 0,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
Ce double vitrage respecte donc le minimum réglementaire.
- RÉA** 3.3. Déperditions thermiques à travers le double vitrage : $\Phi = \frac{T_i - T_e}{R_d} = \frac{20 - 5}{4,4 \cdot 10^{-2}} = 3,4 \cdot 10^2 \text{ W} = 340 \text{ W}$
Les déperditions à travers le double vitrage sont donc environ trois fois plus faibles qu'à travers le simple vitrage étudié précédemment.