

# Corrigé des Exercices du Chapitre A-4

## ELECTROTHERMIE

### EXERCICE 1 "Chauffage piscine"

- ① Masse d'eau :  $m = \mu V = 1000 \times 1,4 \times 4 \times 8$  soit  $m = 44,8 \cdot 10^3 \text{ kg}$ .  
 Capacité thermique :  $C = m \cdot c = 44,8 \cdot 10^3 \times 4190$  soit  $C \approx 188 \cdot 10^6 \text{ J.K}^{-1}$ .
- ② Energie Q nécessaire au chauffage :  $Q = C \cdot \Delta T \approx 188 \cdot 10^6 \times (28 - 15)$  soit  $Q \approx 2,44 \cdot 10^9 \text{ J}$ .
- ③ Durée t nécessaire :  $t = \frac{Q}{P} \approx \frac{2,44 \cdot 10^9}{6000}$  soit  $t \approx 407 \cdot 10^3 \text{ s}$  soit  $t \approx 113 \text{ h}$ .  
 Coût :  $\text{Coût} \approx 10,85 \times 6 \times 113 \approx 7,35 \cdot 10^3 \text{ cts}$  soit  $\text{Coût} \approx 74 \text{ Euros}$ .

### EXERCICE 2 "Isolation mur extérieur"

#### 1- Etude du mur en béton seul

- ① Résistance thermique du mur en béton :  $R_{\text{béton}} = \frac{e_{\text{béton}}}{\lambda_{\text{béton}} \cdot S} = \frac{0,2}{0,9 \times 20}$   
 soit  $R_{\text{béton}} \approx 11,1 \cdot 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$ .
- ② Flux thermique :  $\Phi_1 = \frac{T_1 - T_2}{R_{\text{béton}}} = \frac{25 - 5}{11,1 \cdot 10^{-3}}$  soit  $\Phi_1 = 1,8 \text{ kW}$ .
- ③ Energie thermique en 24 heures :  $W_1 = \Phi_1 \cdot t = 1,8 \times 24$  soit  $W_1 = 43,2 \text{ kWh}$ .

#### 2- Etude du mur isolé

- ① Résistance thermique totale :  $R_{\text{totale}} = R_{\text{béton}} + R_{\text{air}} + R_{\text{pol}} + R_{\text{plâtre}}$  (association série)  
 $\Rightarrow R_{\text{totale}} = \frac{1}{S} \left( \frac{e_{\text{béton}}}{\lambda_{\text{béton}}} + \frac{e_{\text{air}}}{\lambda_{\text{air}}} + \frac{e_{\text{pol}}}{\lambda_{\text{pol}}} + \frac{e_{\text{plâtre}}}{\lambda_{\text{plâtre}}} \right) = \frac{1}{20} \left( \frac{0,2}{0,9} + \frac{0,04}{0,026} + \frac{0,1}{0,036} + \frac{0,013}{0,4} \right)$   
 $\Rightarrow R_{\text{totale}} \approx 0,229 \text{ K.W}^{-1}$ .

② Flux thermique :  $\Phi_2 = \frac{T_1 - T_2}{R_{\text{totale}}} = \frac{25 - 5}{0,229}$  soit  $\Phi_2 \approx 87,5 \text{ W}$ .

- ③ Energie thermique en 24 heures :  $W_2 = \Phi_2 \cdot t = 87,5 \times 24$  soit  $W_2 = 2,10 \text{ kWh}$   
 $\Rightarrow$  Réduction d'énergie :  $\frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Phi_1} \times 100 = \frac{1800 - 87,5}{1800} \times 100$  soit  $95\%$

Remarque : c'est un cas idéal, en pratique il faut tenir compte des ponts thermiques (fenêtre, portes ...) et des échanges thermiques supplémentaire (ventilation, ouverture portes et fenêtres ...).

### EXERCICE 3 "Pont thermique"

- ① Résistance thermique du four :  $R = R_1 + R_2 = \frac{e_1}{\lambda_1 S} + \frac{e_2}{\lambda_2 S} = \frac{0,04}{0,8 \times 1,5} + \frac{0,06}{0,045 \times 1,5}$   
 soit  $R \approx 0,922 \text{ } ^\circ\text{C.W}^{-1}$ .
- ② La totalité de la puissance thermique est produite par les résistances du four donc :  
 $P = \Phi = \frac{T_{\text{four}} - T_{\text{ext}}}{R} = \frac{900 - 28}{0,922}$  soit  $P \approx 946 \text{ W}$ .
- ③ On a une association parallèle (pont thermique) donc :  $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_{\text{hublot}}}$   
 $\Rightarrow R' = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{\frac{e_{\text{verre}}}{\lambda_{\text{verre}} \times S_{\text{verre}}}}} = \frac{1}{\frac{1}{0,922} + \frac{1}{\frac{0,04}{0,8 \times 0,06}}}$  soit  $R' \approx 0,438 \text{ } ^\circ\text{C.W}^{-1}$ .
- ④ La nouvelle puissance thermique nécessaire est :  
 $P' = \Phi' = \frac{T_{\text{four}} - T_{\text{ext}}}{R'} = \frac{900 - 28}{0,438}$  soit  $P' \approx 1990 \text{ W}$ .

## EXERCICE 4

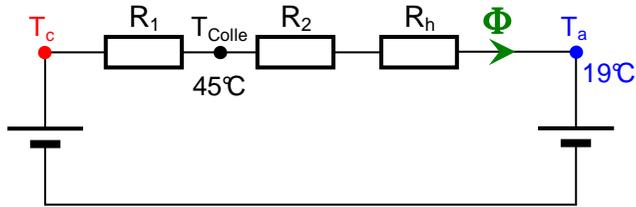
"Collage de deux plaques"

① Résistance thermique de la plaque 1 :  $R_1 = \frac{e_1}{\lambda_1 S} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0,22 \times 2}$  soit  $R_1 \approx 4,55 \cdot 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$ .

Résistance thermique de la plaque 2 :  $R_2 = \frac{e_2}{\lambda_2 S} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,3 \times 2}$  soit  $R_2 \approx 8,33 \cdot 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$ .

Résistance thermique de convection :  $R_h = \frac{1}{h \cdot S} = \frac{1}{98 \times 2}$  soit  $R_h \approx 5,10 \cdot 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$ .

② Schéma électrique équivalent :



③ On a  $T_a - T_{\text{colle}} = (R_2 + R_h) \Phi \Rightarrow \Phi = \frac{T_a - T_{\text{colle}}}{R_2 + R_h} = \frac{45 - 19}{8,33 \cdot 10^{-3} + 5,10 \cdot 10^{-3}}$   
soit  $\Phi \approx 1940 \text{ W}$ .

④ On a  $T_c - T_{\text{colle}} = (R_1) \Phi \Rightarrow T_c = R_1 \Phi + T_{\text{colle}} = 4,55 \cdot 10^{-3} \times 1940 + 45$  soit  $T_c \approx 54^\circ \text{C}$ .

## EXERCICE 5

"Chauffe-eau solaire"

① Energie thermique :  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = \rho_{\text{eau}} V (65 - 15) = 1000 \times 0,5 \times 4180 \times (65 - 15)$   
soit  $Q \approx 1,05 \cdot 10^8 \text{ J}$ .

② La loi de Stefan-Boltzmann nous donne :  $\Phi_0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ S.T}_0^4$   
 $\Rightarrow T_0 = \left( \frac{\Phi_0}{5,67 \cdot 10^{-8} \text{ S}} \right)^{\frac{1}{4}} = \left( \frac{1000 \times 4}{5,67 \cdot 10^{-8} \times 4} \right)^{\frac{1}{4}}$  soit  $T_0 \approx 364 \text{ K}$  ou  $T_0 \approx 91^\circ \text{C}$ .

③ Le bilan radiatif au niveau du capteur donne :  $\Phi_0 + \frac{\Phi_1}{2} = \Phi_1 \Rightarrow \Phi_1 = 2\Phi_0$ .

④ On a maintenant :  $T_0 = \left( \frac{2\Phi_0}{5,67 \cdot 10^{-8} \text{ S}} \right)^{\frac{1}{4}} = \left( \frac{2 \times 4000}{5,67 \cdot 10^{-8} \times 4} \right)^{\frac{1}{4}}$   
soit  $T_0 \approx 433 \text{ K}$  ou  $T_0 \approx 160^\circ \text{C}$ .

⑤ On constate que  $T_2 (160^\circ \text{C})$  est très supérieur à  $T_1 (91^\circ \text{C})$ .  
Le phénomène mis en évidence se nomme **effet de serre**.

⑥ On place aussi une vitre sur le capteur pour limiter les pertes de chaleur par convection (échange parasite "capteur-air ambiant").