

**CLASSE** : Terminale

**VOIE** :  Générale

**DURÉE DE L'EXERCICE** : 1h45

**EXERCICE 1** : 11 points

**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ** : PHYSIQUE-CHIMIE

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui « type collègue »

**EXERCICE 1 : « J'ai froid aux pieds sur le carrelage, je préfère le parquet ! »**

**1. Détermination de l'effusivité d'un matériau**

**Q1.**

On a :

$$E = \sqrt{\lambda \times c_v}$$

avec :

- $\lambda$  en  $J \cdot K^{-1} \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$
- $c_v$  en  $J \cdot K^{-1} \cdot m^{-3}$

$$E = \sqrt{\lambda \times c_v}$$

$$[E] = \sqrt{J \cdot K^{-1} \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} \times J \cdot K^{-1} \cdot m^{-3}}$$

$$[E] = \sqrt{J^2 \cdot K^{-2} \cdot m^{-4} \cdot s^{-1}}$$

$$\text{Or } \sqrt{a} = a^{\frac{1}{2}}$$

$$[E] = J^{\frac{2}{2}} \cdot K^{-\frac{2}{2}} \cdot m^{-\frac{4}{2}} \cdot s^{-\frac{1}{2}}$$

$$[E] = J \cdot K^{-1} \cdot m^{-2} \cdot s^{-\frac{1}{2}}$$

**Q2.**

Le transfert thermique s'effectue du corps chaud vers le corps froid.

Le transfert thermique Q s'effectue du morceau de carrelage vers l'eau.

**Q3.**

Premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U = Q + W$$

avec :

- $\Delta U$  : variation d'énergie interne, en (J)
- $W$  : travail reçu par le système, en (J)
- $Q$  : transfert thermique reçu par le système, en (J)

Dans le calorimètre, on néglige tout travail  $W=0$  et tout transfert thermique avec l'extérieur  $Q_{\text{extérieur}}=0$  :

$$\text{Ainsi : } \Delta U_{\text{systeme}} = 0$$

$$\Delta U_{\text{eau}} + \Delta U_{\text{carrelage}} = 0$$

**Q4.**

$$\Delta U_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T$$

$$\Delta U_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (T_{\text{final}} - T_{\text{initial}})$$

$$\Delta U_{\text{eau}} = 720 \times 10^{-3} \times 4,18 \times 10^3 \times (25,9 - 25,4)$$

$$\Delta U_{\text{eau}} = 1,50 \times 10^3 \text{ J}$$

**Q5.**

$$\Delta U_{eau} + \Delta U_{carrelage} = 0$$

$$\Delta U_{carrelage} = -\Delta U_{eau}$$

Or

$$\Delta U_{carrelage} = C_{carrelage} \times \Delta T$$

D'où

$$C_{carrelage} \times \Delta T = -\Delta U_{eau}$$

$$C_{carrelage} = \frac{-\Delta U_{eau}}{\Delta T}$$

$$C_{carrelage} = \frac{-\Delta U_{eau}}{T_{final} - T_{initial}}$$

$$C_{carrelage} = 109 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

**Q6.**

$$c_v = \frac{C_{carrelage}}{V}$$

$$c_v = \frac{109}{5,50 \times 10^{-5}}$$

$$c_v = 1,98 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$$

**Q7.**

$$E = \sqrt{\lambda \times c_v}$$

$$E_{carrelage} = \sqrt{\lambda_{carrelage} \times c_v}$$

$$E_{carrelage} = \sqrt{1,3 \times 1,98 \times 10^6}$$

$$E_{carrelage} = 1,60 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-\frac{1}{2}}$$

**Q8.**

$$E_{carrelage} = 1,60 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-\frac{1}{2}}$$

$$E_{bois} = 0,476 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-\frac{1}{2}}$$

$E_{carrelage} > E_{bois}$  Le carrelage a une effusivité plus grande : il absorbe plus rapidement l'énergie thermique du pied. Il donne donc une sensation de froid.

Le bois a une effusivité plus faible : il absorbe moins rapidement l'énergie thermique du pied. Il paraît donc moins froid, même si les deux sols sont à la même température.

Ainsi, les valeurs sont cohérentes avec le texte d'introduction.

## 2. Mesure et calcul de la température de contact

**Q9.**

$$T_{mesure.SB(K)} = \theta_{mesure.SB(^{\circ}C)} + 273$$

$$T_{mesure.SB(K)} = 28,3 + 273$$

$$T_{mesure.SB(K)} = 301,3 \text{ K}$$

**Q10.**

$$T_{calcul.SB} = \frac{E_A \times T_A + E_B \times T_B}{E_A + E_B}$$

$$T_{calcul.SB} = \frac{E_{silicone} \times T_{silicone} + E_{bois} \times T_{bois}}{E_{silicone} + E_{bois}}$$

$$T_{calcul.SB} = \frac{0,756 \times 10^3 \times (34,1 + 273) + 0,476 \times 10^3 \times (19,6 + 273)}{0,756 \times 10^3 + 0,476 \times 10^3}$$

$$T_{calcul.SB} = 301,5 \text{ K}$$

**Q11.**

L'incertitude type associée à chaque mesure de température vaut  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$$z = \left| \frac{T_{\text{calcul.SB}} - T_{\text{mesure.SB}}}{u(T)} \right|$$

$$z = \left| \frac{301,5 - 301,3}{0,2} \right|$$

$$z = 1$$

$z < 2$  : le résultat de la mesure est compatible avec la valeur mesurée.

$$z = \left| \frac{T_{\text{calcul.SC}} - T_{\text{mesure.SC}}}{u(T)} \right|$$

$$z = \left| \frac{297,4 - 297,2}{0,2} \right|$$

$$z = 1$$

$z < 2$  : le résultat de la mesure est compatible avec la valeur mesurée.

**Q12.**

$$T_{\text{mesure.SB}} = 301,3\text{ K et } T_{\text{mesure.SC}} = 297,2\text{ K}$$

La température mesurée au contact avec le carrelage est inférieure à celle mesurée à celle au contact avec le bois : d'où le froid aux pieds sur le carrelage contrairement au parquet.

**3. Transfert conducto-convectif****Q13.**

Le transfert thermique supplémentaire lié à la présence d'eau liquide est la convection.

**Q14.**

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

**Q15.**

Premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U = Q + W$$

$$\text{Or } W = 0$$

$$\text{Donc } \Delta U = Q$$

$$\text{Or } \Delta U = C \times \Delta \theta$$

$$Q = \Delta U$$

$$Q = C \times \Delta \theta$$

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

Or

$$\phi = h \cdot S(\theta_T - \theta_{(t)})$$

et

$$Q = C \times \Delta \theta$$

$$h \cdot S(\theta_T - \theta_{(t)}) = \frac{C \times \Delta \theta}{\Delta t}$$

$$h \cdot S(\theta_T - \theta_{(t)}) = \frac{C \times \Delta \theta}{\Delta t}$$

$$h \cdot S \times \theta_T - h \cdot S \theta_{(t)} = C \times \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

Quand  $\Delta t \rightarrow 0$ ,  $\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \rightarrow \frac{d\theta}{dt}$

$$h \cdot S \times \theta_T - h \cdot S \theta_{(t)} = C \times \frac{d\theta_{(t)}}{dt}$$

$$C \times \frac{d\theta_{(t)}}{dt} = h \cdot S \times \theta_T - h \cdot S \times \theta_{(t)}$$

$$\frac{d\theta_{(t)}}{dt} = \frac{h \cdot S}{C} \times \theta_{th} - \frac{h \cdot S}{C} \times \theta_T$$

$$\frac{d\theta_{(t)}}{dt} + \frac{h \cdot S}{C} \times \theta_{(t)} = \frac{h \cdot S}{C} \times \theta_T$$

On obtient une équation différentielle de la forme :

$$\frac{d\theta_{(t)}}{dt} + \frac{1}{\tau} \times \theta_{(t)} = \frac{1}{\tau} \times \theta_T$$

Avec, par identification :

$$\frac{1}{\tau} = \frac{h \cdot S}{C}$$

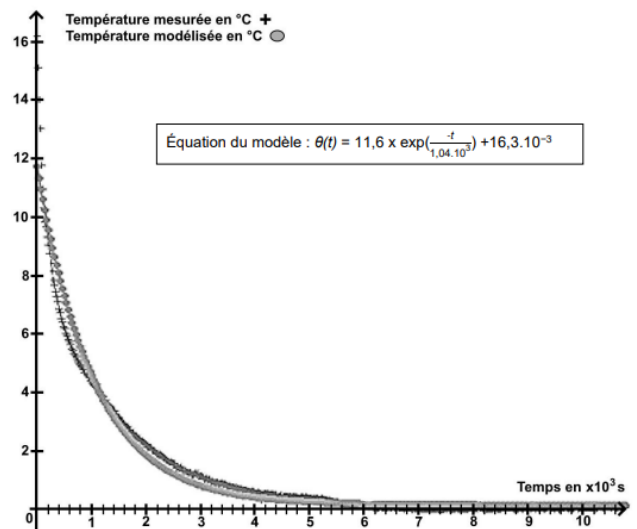
$$\tau = \frac{C}{h \cdot S}$$

### Q16.

Les deux courbes sont très proches et ont la même forme.

La courbe modélisée suit correctement les points expérimentaux.

Ainsi, le modèle proposé décrit bien le refroidissement de la poche en silicone dans le mélange eau-glace.



### Q17.

Graphiquement, Le temps  $\tau$  caractéristique est l'abscisse du point d'intersection de la tangente à l'origine et de l'asymptote  $T_{final}$ .

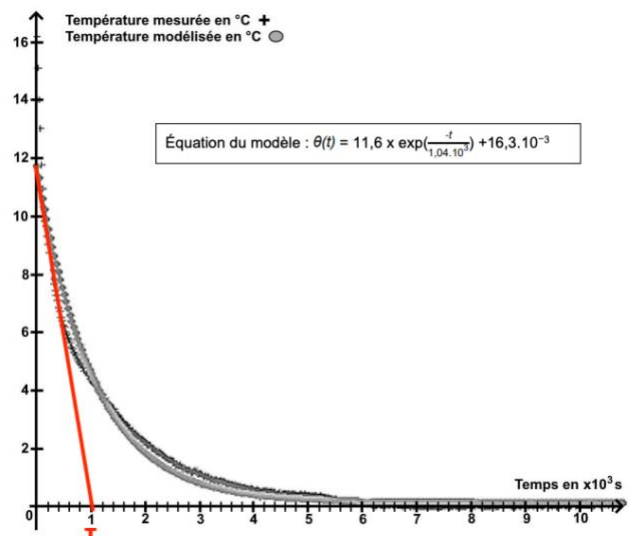
$$\tau = 1 \times 10^3 \text{ s}$$

### Q18.

$$\tau = \frac{C_{silicone}}{h_{eau-silicone} \cdot S}$$

$$\tau \times h_{eau-silicone} = \frac{C_{silicone}}{S}$$

$$h_{eau-silicone} = \frac{C_{silicone}}{\tau \times S}$$



$$h_{\text{eau-silicone}} = \frac{179}{1 \times 10^3 \times 0,0172}$$
$$h_{\text{eau-silicone}} = 10,4 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

**Q19.**

$h_{\text{eau-silicone}} > h_{\text{air-silicone}}$  : le fluide dans lequel le pied se refroidit le plus vite est l'eau.