Bac S 2014 Centre étrangers EXERCICE III **Correction © http://labolycee.org**
Détermination expérimentale d’une résistance thermique (5 points)

Exploitation des mesures expérimentales

1. Lors de la 1ère expérience, l’énergie reçue par la glace est $E_1 = L_f.m_1$

J J.g^{-1} g

Lors de la 2nde expérience, l’énergie reçue par la glace est $E_2 = L_f.m_2$

Rq pour les élèves : la notion de chaleur latente de fusion n’est pas au programme ; il s’agit ici d’exploiter cette grandeur dont la signification est donnée dans l’énoncé et de s’appuyer sur ses unités pour accéder à la formule.

La différence d’énergie thermique, transférée à travers la paroi de verre puis reçue par la glace, entre les deux expériences est due à la mise en route du générateur de vapeur
$E_{Th} = E_2 – E_1 = L_f.m_2 – L_f.m_1 = L_f.(m_2 – m_1)$
$E_{Th} = 333,5 \times (124,4 – 5,5) = 333,5 \times 118,9 = 3,965 \times 10^4 = 39,65$ kJ
Cette énergie est de l’ordre de 40 kJ comme indiqué.

Le transfert thermique a eu lieu par **conduction** à travers la paroi de verre.
A l’échelle microscopique, il s’agit de la propagation de l’agitation de la matière (agitation thermique) sans déplacement de matière.

2.1. Le flux thermique est défini par la relation : $\Phi = \dfrac{E_{th}}{\Delta t}$,

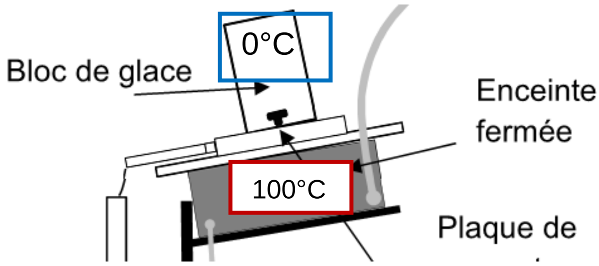
Pour répondre à la question, nous devons exprimer une énergie dans le système international (Δt est déjà en seconde donc en unités S.I.)
Utilisons l’expression de l’énergie potentielle de pesanteur : $E_{PP} = m.g.h$

kg m.s^{-2} m

On en déduit qu’une énergie s’exprime en kg.m^2.s^{-2}
Ainsi le flux thermique (énergie par unité de temps) s’exprime en en **kg.m^2.s^{-3}**

Φ s’exprime généralement en watt (W) (⇔ J.s^{-1})

2.2.
On considère que d’un coté, le verre est à la température de la glace qui fond soit 0°C tandis que de l’autre coté, le verre est à la température de la vapeur d’eau soit 100°C.



$\Phi = \dfrac{E_{th}}{\Delta t}$

En prenant la valeur de E_{th} non arrondie trouvée à la question 1 et Δt = 5 min 30 s

$\Phi = \dfrac{3,965 \times 10^4}{5 \times 60 + 30}$ = **120 W** *valeur non arrondie stockée en mémoire de la calculatrice*

3. $\Phi = \dfrac{\Delta\theta}{R_{th}}$ donc $R_{th} = \dfrac{\Delta\theta}{\Phi}$

$R_{th} = \dfrac{100}{120,2}$ = **0,832 K.W^{-1}** *(cohérent avec les valeurs de la question 4)*

4.1. Afin d'écrire le résultat de la mesure correctement, il faut déterminer l'incertitude $U(R_{Th})$.
On écrira $R_{Th} = \overline{R_{Th}} \pm U(R_{Th})$.

On a $U(R_{Th}) = t_{95} \cdot \dfrac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$ *avec* $t_{95} = 2{,}20$ *et* $\sigma_{n-1} = \sqrt{\dfrac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{n}((R_{Th})_k - \overline{R_{Th}})^2}$.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Résistance thermique	0,81	0,89	0,78	0,82	0,87	0,78	0,76	0,92	0,85	0,84	0,81	0,79

Méthode 1 : En utilisant les formules de l'énoncé

Calcul de la moyenne $\overline{R_{Th}} = \dfrac{\sum_{k=1}^{n} R_{Th}}{n}$

$$\overline{R_{Th}} = \frac{0{,}81+0{,}89+0{,}78+0{,}82+0{,}87+0{,}78+0{,}76+0{,}92+0{,}85+0{,}84+0{,}81+0{,}79}{12} = 0{,}827 \text{ K.W}^{-1}$$

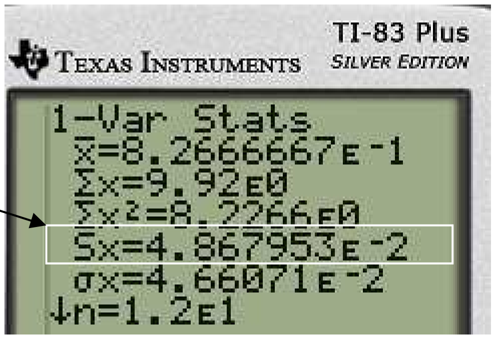
Calcul de l'écart-type expérimental σ_{n-1} : σ_{n-1} =

$$\sqrt{\frac{1}{11}[(0{,}81-0{,}83)^2+(0{,}89-0{,}83)^2+(0{,}78-0{,}83)^2+(0{,}82-0{,}83)^2+(0{,}87-0{,}83)^2+(0{,}78-0{,}83)^2+(0{,}76-0{,}83)^2+(0{,}92-0{,}83)^2+(0{,}85-0{,}83)^2+(0{,}84-0{,}83)^2+(0{,}81-0{,}83)^2+(0{,}79-0{,}83)^2]}$$

$\sigma_{n-1} = 4{,}86795\times10^{-2}$ K.W^{-1}
Voir la suite après la méthode 2.

Méthode 2 : En utilisant les possibilités de la calculatrice scientifique (ex : TI83)
Voir www.labotp.org/TPTSLPOLA/TS-TPC2-**Calculatrice-MoyEcart**.pps

$\overline{R_{Th}}$ = 0,827 K.W^{-1}
$\sigma_{n-1} = 4{,}86795\times10^{-2}$ K.W^{-1}
on garde plus de chiffres significatifs que nécessaire



$U(R_{Th}) = 2{,}20\times\dfrac{4{,}86795\times10^{-2}}{\sqrt{12}}$ = 0,0309 K.W^{-1}
L'incertitude est exprimée avec un seul chiffre significatif.

$U(R_{Th})$ = 0,03 K.W^{-1}
On doit adapter le nombre de chiffres significatifs de $\overline{R_{Th}}$ en fonction de l'incertitude $U(R_{Th})$.
L'incertitude $U(R_{Th})$ porte sur les centièmes, donc on arrondit $\overline{R_{Th}}$ = 0,83 K.W^{-1}
Finalement **R_{Th} = 0,83 ± 0,03 K.W^{-1}**

4.2. L'expression précédente signifie qu'il y a 95 % de chance que la valeur vraie de R_{th} soit incluse dans l'intervalle [0,80 ; 0,86] appelé intervalle de confiance.

5. La résistance thermique surfacique est : $R = R_{Th} \,.\, S$
(La formulation de l'énoncé est très trompeuse : la résistance thermique surfacique est égale à la résistance thermique pour une surface de 1 m^2).
La surface d'échange correspond à la surface de contact entre la plaque de verre et le bloc de glace cylindrique donc $S = \pi.r^2 = \pi.\left(\frac{d}{2}\right)^2$.
Pour d : lors de l'expérience 1 on a d_1 = 7,8 cm et lors de l'expérience 2 on a d_2 = 7,6 cm.
Faisons la moyenne $d = (d_1 + d_2)/2$
d = 7,7 cm à convertir en m pour obtenir S en m².

$$R = 0{,}83 \times \pi \times \left(\frac{7{,}7\times10^{-2}}{2}\right)^2 = \mathbf{3{,}9\times10^{-3}\ m^2.K.W^{-1}}$$

On constate que pendant les deux expériences, la surface d'échange diminue car la glace fond, ce qui peut expliquer la différence avec la valeur du fabricant.
De plus, à la date t = 0, il est probable que la température de surface du coté vapeur ne soit pas déjà à 100°C.