

**QUELLE EST LA VALEUR DE L'ENERGIE NECESSAIRE POUR FAIRE FONDRE DE LA GLACE?**

**Objectif :** mesurer  $L_f$  la chaleur latente (ou l'énergie massique) de fusion de l'eau et la comparer à la valeur tabulée.

Pour mesurer les variations d'énergie impliquées lors de transformations physiques ou chimiques, on se sert souvent d'un calorimètre. Un calorimètre est un récipient limitant les transferts thermiques vers l'extérieur.

La méthode utilisée ici s'appelle la méthode des mélanges. Le calorimètre contient une masse  $m_l$  d'eau liquide à la température initiale  $\theta_i$ . Une masse  $m_g$  de glace fondante est introduite dans le calorimètre. L'énergie perdue par l'ensemble {eau liquide + calorimètre} sert d'une part à provoquer la fonte des glaçons et d'autre part à échauffer l'eau de fonte des glaçons jusqu'à une température finale notée  $\theta_f$ . La connaissance de la température  $\theta_f$  permet de calculer l'énergie massique de fusion de l'eau ( $L_f$ ).

**1. Protocole**

- Placer 3 ou 4 glaçons dans un bécher contenant de l'eau distillée afin qu'ils soient à la température de 0°C.
  - Peser le calorimètre vide avec son couvercle:  $m_{calo} = \dots\dots\dots$
  - Introduire dans le calorimètre une masse  $m_l \approx 250$  g d'eau liquide à température ambiante.
  - Remettre le calorimètre sur la balance pour déterminer la masse exacte d'eau introduite:  $m_1 = \dots\dots\dots$
  - Placer le thermomètre, déclencher le chronomètre et mesurer la température de l'eau liquide toutes les 30 secondes durant 4 minutes (voir tableau ci-dessous).
  - Entre  $t = 3$  min 30s et 4 minutes, essayer rapidement 3-4 glaçons avec du papier absorbant.
  - A la date  $t_1 = 4$  min, introduire rapidement les glaçons dans le calorimètre, agiter doucement le mélange à l'intérieur du calorimètre. Continuer à relever la température toutes les 30 secondes sans cesser d'agiter.
- Attention: ne pas oublier de refermer le calorimètre après l'introduction des glaçons et ne pas cesser d'agiter.**
- Relever régulièrement la température pendant les 6 ou 7 minutes qui suivent l'introduction des glaçons.
  - Arrêter le chronomètre, sortir soigneusement le thermomètre du calorimètre (sans perdre d'eau), et peser le calorimètre et toute l'eau liquide qu'il contient:  $m_{totale} = \dots\dots\dots$

t	0 s	30 s	1 min	1 min 30 s	2 min	2 min 30 s	3 min	3 min 30 s
$\theta$ / °C								

*Essuyer 3-4 glaçons*

t (s)	4 min	4 min 30 s	5 min	5 min 30 s	6 min	6 min 30 s	7 min	7 min 30 s
$\theta$ / °C)								

*Introduire les glaçons*

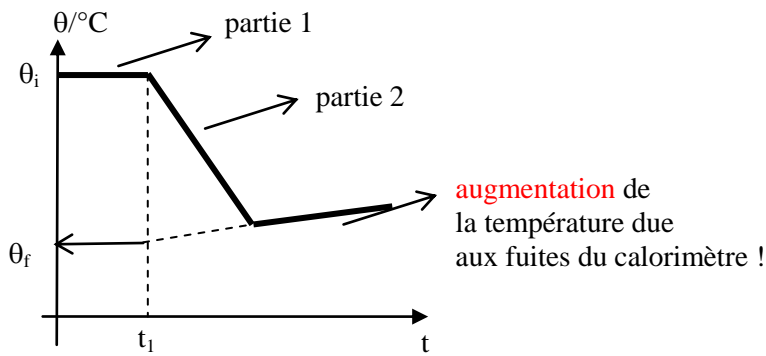
t (s)	8 min	8 min 30 s	9 min	9 min 30 s	10 min	10 min 30 s	11 min
$\theta$ / °C							

**2. Détermination précise de la température finale  $T_f$  du mélange et de la masse  $m_g$  des glaçons introduits**

- Exprimer la masse  $m_g$  des glaçons introduits en fonction de  $m_{calo}$ ,  $m_1$  et  $m_{totale}$ . Calculer  $m_g$ .  
.....  
.....
- Tracer sur papier millimétré, sur votre calculatrice (puis sur le logiciel Excel pour compte rendu) le graphique  $\theta = f(t)$  de la température  $\theta$  de l'eau dans le calorimètre en fonction du temps.
- Le graphique obtenu peut se décomposer en trois parties (voir ci-dessous). Une exploitation soignée du graphique va permettre de déterminer avec précision la température  $\theta_f$  atteinte par le mélange. En effet, même si elles sont minimes, il faut tenir compte des fuites thermiques du calorimètre après l'introduction des glaçons.

Première S

Celles-ci sont estimées à partir de la troisième partie du graphique. La température  $\theta_f$  atteinte par le mélange n'est pas exactement celle relevée mais s'obtient par extrapolation de la troisième partie du graphique (voir ci-dessous):



Déterminer sur le graphique la température  $\theta_f$  atteinte par le mélange:  $\theta_f = \dots\dots\dots$

➤ Indiquer la température initiale  $\theta_i$  de l'eau liquide dans le calorimètre:  $\theta_i = \dots\dots\dots$

**3. Détermination de l'énergie massique de fusion de l'eau**

➤ L'énergie reçue par les glaçons provient de la masse  $m_1$  d'eau liquide initialement introduite dans le calorimètre **et du calorimètre lui-même**. Afin de simplifier les calculs, on considère que pour les échanges thermiques, le calorimètre est équivalent à une masse  $\mu$  d'eau (pour les calorimètres de l'école,  $\mu = 40$  g). Exprimer l'énergie  $Q_1$  cédée par l'eau liquide et le calorimètre en fonction de  $\theta_i$ ,  $\theta_f$ ,  $m_1$ ,  $\mu$  et  $c_{eau}$  la capacité thermique massique de l'eau liquide.

.....  
.....  
.....

➤ Exprimer l'énergie  $Q_2$  nécessaire pour que la masse  $m_g$  d'eau passe de l'état solide à l'état liquide. (On admettra que le glaçon est à la température de  $0^\circ C$ )

.....  
.....  
.....

➤ Exprimer l'énergie  $Q_3$  nécessaire que la masse  $m_g$  d'eau pour atteigne la température  $\theta_f$ .

.....  
.....  
.....

➤ Dédire des trois questions précédentes une expression de l'énergie massique de fusion de l'eau.

.....  
.....  
.....

➤ Faire l'application numérique et comparer le résultat à la valeur tabulée:  $L_f = 330 \text{ kJ.kg}^{-1}$ . ( $c_{eau} = 4186 \text{ J.kg}^{-1}$ )

.....  
.....  
.....  
.....

**4. Discussion des résultats**

➤ Donner un ordre de grandeur de la durée nécessaire pour que la température du mélange se stabilise.

.....  
.....

Première S

➤ Les fuites thermiques du calorimètre sont-elles importantes durant cette expérience ? Pourquoi ?

.....  
.....  
.....

➤ La méthode des mélanges peut être utilisée pour déterminer l' énergie dégagée durant une transformation chimique lente (quelques minutes). Pourrait-on dans ce cas négliger les fuites thermiques du calorimètre ?

.....  
.....  
.....

➤ Si on néglige les échanges thermiques avec le calorimètre, que devient la formule permettant de calculer l' énergie massique de fusion de l' eau ?

.....  
.....  
.....  
.....

➤ Calculer dans ce cas la valeur que l' on aurait trouvée pour l' énergie massique de fusion de l' eau et commenter le résultat.

.....  
.....  
.....  
.....

➤ Quelle est la principale cause d' erreur au cours de cette manipulation ?

.....  
.....  
.....

➤ La valeur de la température finale  $\theta_f$  du mélange a été déterminée graphiquement. Indiquer et mettre en œuvre une méthode mathématique pour obtenir  $\theta_f$  . La mettre en œuvre pour le compte rendu en faisant le graphe et l'exploitation correspondante.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

➤ Dans la préparation, (exemple de la mesure en eau du calorimètre) la température APRES le mélange décroît. Est-ce le cas dans le TP ? Interpréter dans les deux cas, l' évolution de la température à l' intérieur du calorimètre APRES le mélange.

.....  
.....  
.....  
.....