

TH8n – DÉTERMINER UNE ÉNERGIE DE CHANGEMENT D'ÉTAT

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : changement d'état, énergie, température, calorimètre.

Fichiers associés : calo.tns



1. Objectifs

- Interpréter, à l'échelle microscopique, les aspects énergétiques d'une variation de température et d'un changement d'état.
- Déterminer expérimentalement l'énergie nécessaire à la fusion d'un corps par la méthode des mélanges.

2. Énoncé

Lorsque l'on ajoute des glaçons à une boisson, on constate au bout de quelques minutes que les glaçons ont fondu. Comment déterminer l'énergie nécessaire à leur fusion ?

3. Commentaires

Principe de détermination par la méthode des mélanges

Les mesures d'énergie thermique sont effectuées dans un calorimètre thermiquement isolé.

- Dans un calorimètre, contenant une masse m_1 d'eau à la température θ_1 on introduit une masse m_2 de glaçons à la température θ_{fus} et on laisse évoluer le mélange jusqu'à sa température d'équilibre final θ_f .
- Le calorimètre et l'eau qu'il contient fournissent respectivement les énergies thermiques E_{tha} et E_{thb}

$E_{tha} = C \times |\theta_f - \theta_i|$ et $E_{thb} = m_1 c_{eau} \times |\theta_f - \theta_i|$ où c_{eau} est la capacité thermique massique de l'eau $c_{eau} = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ et C est la capacité thermique massique du calorimètre et de ses accessoires.

- Lors de cette manipulation, les glaçons fondent et l'eau liquide formée s'échauffe jusqu'à la température d'équilibre θ_f . L'énergie thermique reçue par la glace et l'eau liquide formée vaut respectivement $E_{thc} = m_2 L_{fus}$ et $E_{thd} = m_2 c_{eau} |\theta_f - \theta_{fus}|$ où L_{fus} est la chaleur latente massique de fusion de l'eau, grandeur que l'on souhaite déterminer.

- Comme le calorimètre est thermiquement isolé, on peut admettre que l'énergie reçue par les glaçons est égale à l'énergie fournie par le calorimètre et l'eau qu'il contient, soit $E_{tha} + E_{thb} = E_{thc} + E_{thd}$.

- La valeur de l'énergie thermique massique de fusion de l'eau L_{fus} s'en déduit :

$$L_{fus} = \frac{C \cdot |\theta_f - \theta_i| + m_1 \cdot c_{eau} \cdot |\theta_f - \theta_i| - m_2 \cdot c_{eau} \cdot |\theta_f - \theta_{fus}|}{m_2}$$

Énergie thermique fournie par la masse d'eau m_1 :

$$E_{thb} = m_1 \cdot c_{eau} \cdot |\theta_f - \theta_i|$$

Énergie thermique reçue par la masse m_2 d'eau formée :

$$E_{thd} = m_2 \cdot c_{eau} \cdot |\theta_f - \theta_{fus}|$$

Énergie thermique fournie par le calorimètre :

$$E_{tha} = C \cdot |\theta_f - \theta_i|$$

Énergie thermique reçue par la masse m_2 de glaçons lors de la fusion :

$$E_{thc} = m_2 \cdot L_{fus}$$

Énergie thermique fournie

=

Énergie thermique reçue

$$E_{tha} + E_{Thb}$$

=

$$E_{Thc} + E_{thd}$$

4. Conduite de l'activité

- Connecter le capteur de température à l'interface d'acquisition de données ; celui-ci est automatiquement reconnu.

- Pour préparer l'acquisition de données, cliquer dans la zone où apparaissent les réglages de l'acquisition. Celle-ci est alors entourée d'un filet noir.

- Choisir le menu **3 : Configuration de l'acquisition**.

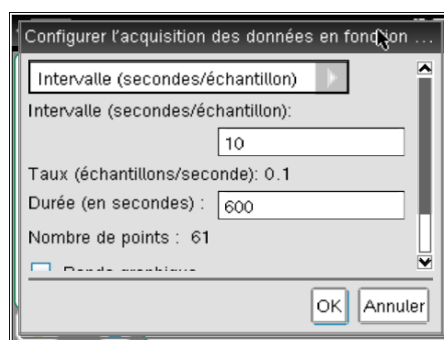
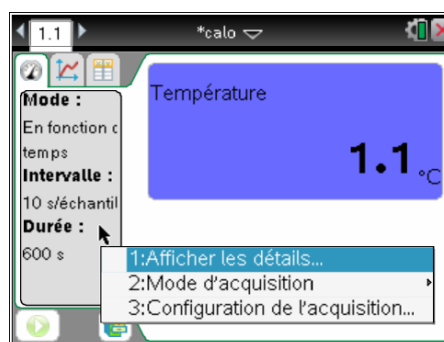
- Paramétrer l'acquisition d'un échantillon toutes les 10 secondes sur 10 minutes.

- Peser le calorimètre et ses accessoires (**agitateur + sonde thermomètre**). Noter la masse m obtenue.

$$m = \dots\dots\dots \text{g.}$$


- Verser dans le calorimètre un volume $V_1 = 80 \text{ mL}$ d'eau à température ambiante, peser l'ensemble et noter m' la masse obtenue.

$$m' = \dots\dots\dots \text{g.}$$



• En déduire une valeur précise de la masse m_1 d'eau froide. $m_1 = \dots\dots\dots$ g.

• Agiter quelques instants et laisser la température du calorimètre et de l'eau froide prendre une valeur constante θ_i .

• Cliquer sur l'icône  pour démarrer l'acquisition de données.

• Prélever 4 glaçons initialement à $\theta_{fus} = 0^\circ \text{C}$, les sécher avec du papier absorbant et les introduire rapidement dans le calorimètre. Agiter, laisser fondre les glaçons, puis relever la température finale θ_f . Peser à nouveau l'ensemble, on notera m'' cette masse. $m'' = \dots\dots\dots$ g.

• En déduire une valeur précise de la masse m_2 des glaçons : $m_2 = \dots\dots\dots$ g.

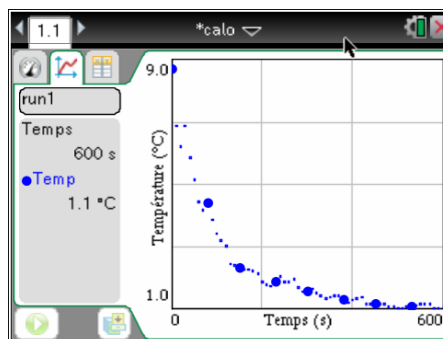
La capacité thermique du calorimètre fournie par le constructeur est $C = 150 \text{ J.K}^{-1}$.

$$m_{\text{calorimètre+thermometre}} = 181 \text{ g}$$

$$m_{\text{eau+calorimètre}} = 260,8 \text{ g}$$

$$m_{\text{totale}} = 271,1 \text{ g à l'équilibre}$$

$$t_f = 1,5^\circ \text{C}$$



Questions :

a. Pourquoi sécher les glaçons ?

b. A l'aide des valeurs expérimentales obtenues et de la valeur de la capacité thermique massique du calorimètre, déterminer en utilisant l'application **Calculs** de TI-Nspire ou bien le tableur la valeur de L_{fus} (chaleur latente de fusion de la glace).

c. Comparer la valeur trouvée avec celle des autres groupes. Discuter des éventuels écarts.