

Changements d'état et énergie

Corrigé du TP - niveau 2de

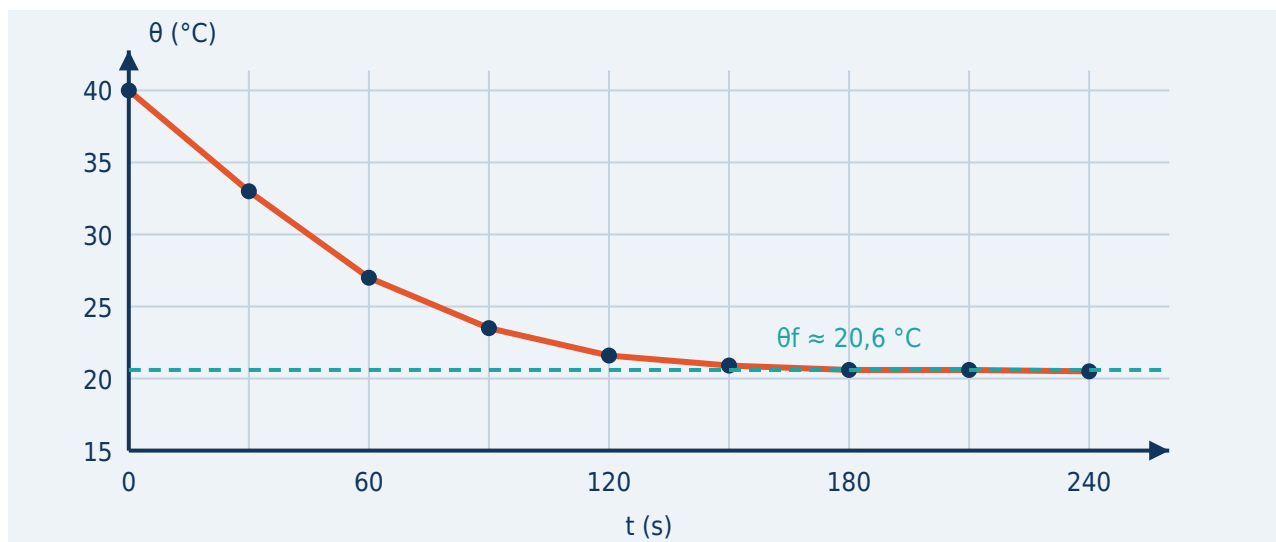
Voici le corrigé du TP sur l'énergie de fusion de la glace : résultats types, réponses et compte rendu modèle. Tes valeurs différeront un peu selon l'isolation du calorimètre et la quantité d'eau adhérent aux glaçons.

De plus, ce corrigé de TP est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Résultats types : corrigé du TP sur l'énergie

Grandeur	Valeur
Masse d'eau m_{eau}	0,250 kg
Masse de glace m_{glace}	0,050 kg
Température initiale θ_i	40,0 °C
Température finale θ_f	20,6 °C

t (s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240
θ (°C)	40,0	33,0	27,0	23,5	21,6	20,9	20,6	20,6	20,5



La température chute puis se stabilise vers 20,6 °C.

Réponses aux questions

- Donc, la température décroît rapidement au début (l'écart avec la glace est grand), puis de moins en moins vite, et se stabilise vers $\theta_f = 20,6$ °C. Il n'y a pas de palier : on a un mélange eau-glace dont la glace disparaît.

2. $Q_{\text{eau}} = 0,250 \times 4\,180 \times (40,0 - 20,6) = 1\,045 \times 19,4 = \mathbf{2,03 \times 10^4 \text{ J}}$ (20 273 J).
3. $Q_1 = 0,050 \times 4\,180 \times 20,6 = \mathbf{4,31 \times 10^3 \text{ J}}$ (4 305 J).
4. Bilan : $Q_{\text{eau}} = Q_{\text{fus}} + Q_1$, donc $Q_{\text{fus}} = 20\,273 - 4\,305 \approx 15\,968 \text{ J}$. $L_{\text{fus}} = 15\,968 \div 0,050 \approx \mathbf{3,19 \times 10^5 \text{ J/kg}}$.
5. Écart relatif = $(3,34 - 3,19) \div 3,34 \times 100 \approx \mathbf{4,4 \text{ \}}$: la valeur est un peu plus faible que la référence.
6. Enfin, les glaçons portent de l'eau liquide qui ferait augmenter la masse « de glace » sans consommer d'énergie de fusion : on sous-estimerait L_{fus} . L'agitation homogénéise la température et permet une lecture représentative.
7. Ensuite, pour la glace seule (corps pur) chauffée à puissance constante, la température est constante pendant la fusion. Ici, le mélange n'est pas un corps pur en train de fondre sous apport constant : l'eau chaude cède son énergie à la glace, donc sa température baisse tant qu'il reste de la glace, puis se stabilise quand toute la glace a fondu.
8. Pertes : échanges avec l'air et les parois (gobelet, thermomètre, agitateur), car le calorimètre n'est jamais parfaitement isolé. Si l'eau cède de l'énergie aux parois, Q_{eau} est trop grande et on **surestime** L_{fus} . Si l'air, plus chaud que le mélange ($\theta_f = 20,6 \text{ }^\circ\text{C}$ pour environ $22 \text{ }^\circ\text{C}$ dans la salle), apporte de l'énergie, une partie de la fusion est assurée par lui : Q_{eau} est trop petite et on **sous-estime** L_{fus} . Ici le résultat plus faible s'explique par cet apport d'énergie et par l'eau adhérent aux glaçons.

Réponses aux questions (suite)

Puis, sur la classe, cinq groupes ont trouvé (en 10^5 J/kg) : 3,19 ; 3,26 ; 3,08 ; 3,31 ; 3,22. Moyenne 3,212 ; écart-type 0,086 ; $u = 0,086 \div \sqrt{5} \approx 0,039$, arrondie à 0,04. Résultat : $L_{\text{fus}} = (3,21 \pm 0,04) \times 10^5 \text{ J/kg}$. L'écart normalisé avec 3,34 vaut $z = 0,13 \div 0,04 \approx 3,3$: il dépasse 2, ce qui trahit une **erreur systématique** (pertes thermiques, glace humide).

Conclusion et compte rendu modèle

Ainsi, nous avons plongé 50 g de glaçons à $0 \text{ }^\circ\text{C}$ dans 250 g d'eau à $40,0 \text{ }^\circ\text{C}$ placés dans un calorimètre. De plus, la température du mélange a diminué de $40,0 \text{ }^\circ\text{C}$ à $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$, puis s'est stabilisée, signe que toute la glace avait fondu. Ensuite, le bilan d'énergie s'écrit : l'énergie cédée par l'eau chaude ($2,03 \times 10^4 \text{ J}$) est égale à l'énergie de fusion de la glace plus l'énergie nécessaire pour réchauffer l'eau de fusion de $0 \text{ }^\circ\text{C}$ à $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ($4,31 \times 10^3 \text{ J}$). Par ailleurs, on en déduit une énergie de fusion de $1,60 \times 10^4 \text{ J}$ et une énergie massique de fusion $L_{\text{fus}} = 3,19 \times 10^5 \text{ J/kg}$.

Par ailleurs, la valeur de référence est $3,34 \times 10^5 \text{ J/kg}$: l'écart relatif est de 4,4 %. Cet écart s'explique par les échanges d'énergie avec l'extérieur, par la capacité thermique du calorimètre et par l'eau liquide encore présente sur les glaçons. Puis pour améliorer le résultat, on peut mieux isoler le montage, essuyer plus soigneusement les glaçons et répéter l'expérience afin de calculer une incertitude-type.

Erreurs fréquentes en TP

- Peser les glaçons avec leur eau de fonte ou les laisser fondre avant de les introduire.
- Oublier de réchauffer l'eau de fusion de 0 °C à θ_f dans le bilan d'énergie.
- Exprimer les masses en grammes dans $Q = m \times c \times \Delta T$.
- Lire θ_f trop tôt, avant stabilisation, ou ne pas agiter.
- Confondre énergie de fusion (J) et énergie massique de fusion (J/kg).

Retour au TP

Tout le chapitre « Énergie de changement d'état » en seconde

- Le cours : Énergie de changement d'état
- Les exercices : Énergie de changement d'état
- Le corrigé des exercices : Énergie de changement d'état
- Le TP : Énergie de changement d'état
- Le QCM : Énergie de changement d'état

Chapitre précédent : Mesures, incertitudes et chiffres significatifs (corrigé du TP)

Chapitre suivant : Isotopes et transformations nucléaires (corrigé du TP)

Retrouve aussi tous les corrigés du TP en seconde et le programme complet de sciences physiques en seconde.