

Transferts thermiques

TP de sciences physiques - niveau Terminale

Un thé chaud perd rapidement sa chaleur dans un verre, mais reste chaud des heures dans une bouteille isotherme. Dans ce TP sur les transferts thermiques, tu vas suivre le refroidissement d'une masse d'eau, vérifier le modèle exponentiel de la loi de Newton et mesurer la constante de temps.

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

Objectif du TP sur les transferts thermiques

Relever la température d'une masse d'eau chaude qui refroidit dans l'air ambiant, modéliser la courbe par une exponentielle, déterminer la constante de temps τ puis en déduire le produit hS .

Matériel

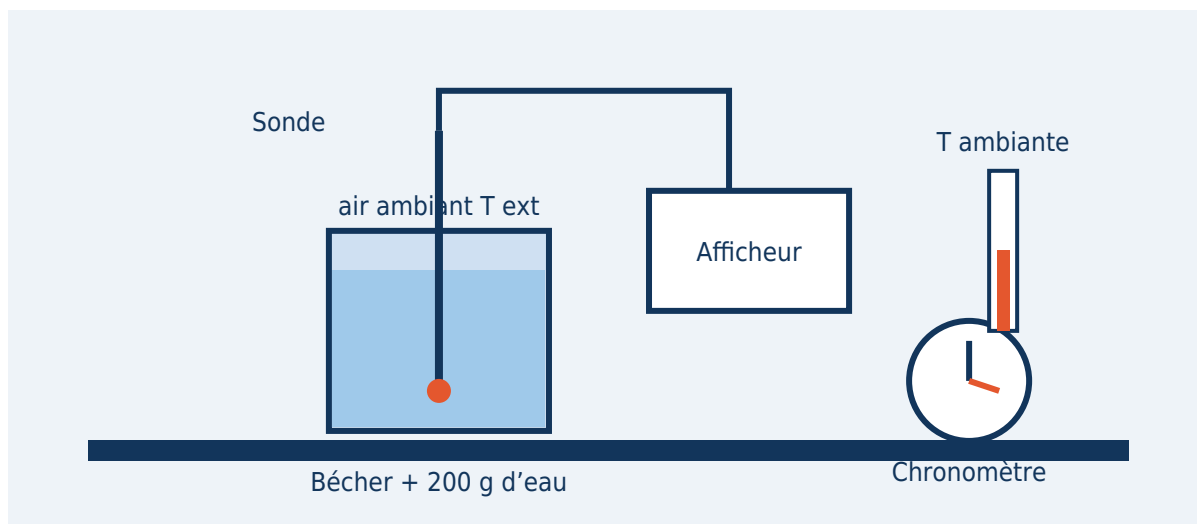
- Un bécher de 250 mL en verre
- 200 g d'eau chaude à environ 70 °C (préparée par le professeur ou la bouilloire)
- Un thermomètre numérique ou une sonde de température à 0,1 °C près
- Un chronomètre (ou un ordinateur d'acquisition)
- Une balance à 1 g près
- Un thermomètre d'ambiance
- Un support, du papier millimétré ou un tableur

Sécurité

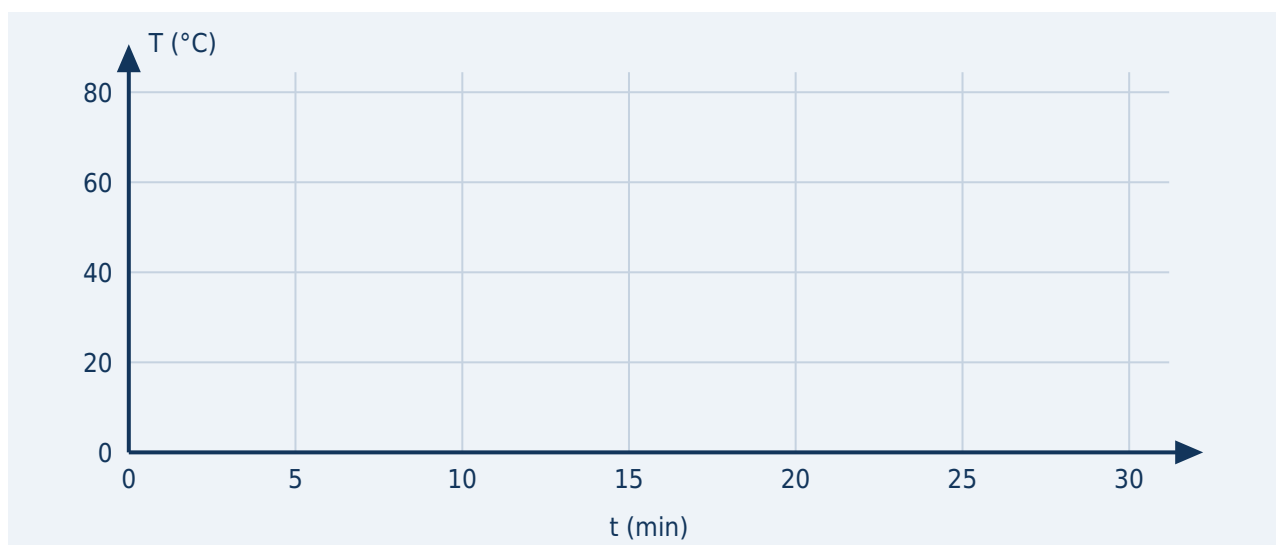
SÉCURITÉ

L'eau à 70 °C peut brûler : verse-la avec précaution, manipule le bécher avec une pince ou des gants, et garde la zone de travail dégagée. Ne laisse jamais un bécher chaud près du bord de la paillasse et essuie immédiatement toute projection.

Protocole



Montage : la sonde plonge dans l'eau du bécher posé sur la paille ; le chronomètre rythme les relevés.



Repère à compléter : place les points (t ; T) relevés et trace la courbe.

1. Note la température ambiante T_{ext} avec le thermomètre d'ambiance et mesure la masse d'eau avec la balance.
2. Installe la sonde dans le bécher vide pour qu'elle soit immergée sans toucher le fond quand l'eau sera versée.
3. Verse environ 200 g d'eau chaude à 70 °C, mesure la masse exacte puis démarre le chronomètre quand la température affichée est de 70,0 °C.
4. Ne remue plus : relève la température toutes les 2 minutes pendant 10 minutes, puis à 15, 20 et 30 minutes.
5. Garde le bécher à l'abri des courants d'air et note l'heure, la position du bécher et tout événement (porte ouverte, ventilateur).
6. Reporte les points (t ; T) dans le tableau et sur le repère, puis trace la courbe.
7. Calcule pour chaque point $y = \ln[(T - T_{\text{ext}}) \div (T_0 - T_{\text{ext}})]$ et trace y en fonction de t en secondes.

Mesures à relever

t (min)	t (s)	T (°C)	$T - T_{\text{ext}}$ (K)	$y = \ln[(T - T_{\text{ext}}) \div (T_0 - T_{\text{ext}})]$
0	0	70,0	...	0

2	120	...	...	...
4	240	...	...	...
6	360	...	...	...
8	480	...	...	...
10	600	...	...	...
15	900	...	...	...
20	1 200	...	...	...
30	1 800	...	...	...

Questions

1. Décris l'allure de la courbe $T(t)$. Vers quelle valeur semble-t-elle tendre ?
2. À quelle grandeur physique cette valeur limite correspond-elle ?
3. Que vaut le flux thermique cédé à l'air à $t = 0$, sachant que la température de l'eau varie alors de 3,1 K par minute au début de l'expérience ? ($C = m c$ avec $c = 4\,180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.)
4. Montre que la loi de Newton conduit à $T(t) = T_{\text{ext}} + (T_0 - T_{\text{ext}}) e^{-t/\tau}$.
5. Trace y en fonction de t . Les points sont-ils alignés ? Que conclus-tu ?
6. Détermine τ à partir du coefficient directeur de la droite, puis par la méthode des 63 %. Compare.
7. Dédus le produit hS puis la valeur de h si la surface d'échange vaut environ $1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2$.
8. Pourquoi ne faut-il pas remuer l'eau et ne pas ouvrir de porte pendant l'expérience ? Cite une cause d'écart entre la courbe et le modèle.

Pour aller plus loin

- Recommence en enveloppant le bécher dans une couche de laine ou de polystyrène : compare les constantes de temps et interprète.
- Recommence avec 400 g d'eau : vérifie que τ varie proportionnellement   la masse.