

Chapitre 29

Mesure de la chaleur

Distinction entre chaleur et température

L'usage courant confond les termes chaleur (énergie) et températures.

La température mesure le degré d'agitation des molécules d'un corps alors que la chaleur désigne l'énergie qu'il faut fournir à un corps pour augmenter sa température.

La température d'un corps qui reçoit de la chaleur augmente. La température d'un corps qui cède de la chaleur à son environnement diminue.

Les termes chaleur, énergie calorifique ou énergie thermique sont équivalents.

Expression usuelle	Signification
une tasse de thé <i>chaude</i>	sa <i>température</i> est élevée
« quelle chaleur aujourd'hui ! »	la <i>température</i> est élevée
« chauffer » une pièce	il faut fournir de la <i>chaleur</i> (énergie) pour augmenter la <i>température</i> de la pièce ou du moins la maintenir
un vêtement <i>chaud</i>	il isole bien, mais il ne fournit pas d'énergie thermique

La température d'équilibre d'un mélange

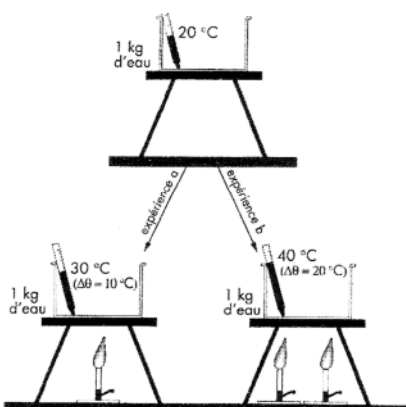
Si l'on mélange plusieurs corps à des températures différentes, les plus chauds vont céder de la chaleur aux plus froids. La température des plus chauds va diminuer alors que celle des plus froids va augmenter et tous vont donc se retrouver après un certain temps à la même température: c'est la température d'équilibre.

Ces corps en contact prolongé atteignent l'équilibre thermique; ils ont alors la même température.

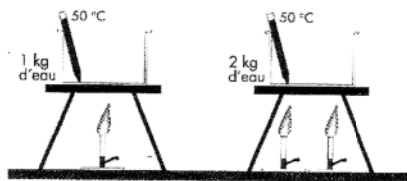
Calorimétrie

On veut chauffer de l'eau. De quoi va dépendre la chaleur utilisée pour la chauffer ?

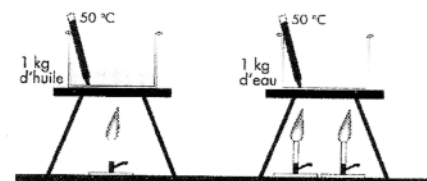
Expérience I



Expérience II



Expérience III



Expérience I: la différence de température $\Delta\theta$ est proportionnelle à l'énergie thermique reçue par l'eau.

Expérience II: Pour une même différence de température, la chaleur reçue est proportionnelle à la masse m de liquide.

Expérience III: la chaleur dépend de la nature de la substance. C'est une caractéristique de la matière représentée par sa chaleur massique et symbolisée par la lettre c .

La chaleur massique

La chaleur massique c mesure la capacité d'une substance à échanger de la chaleur.

Sa valeur est exprimée en $[J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}]$ (ou en $[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$) et représente la quantité de chaleur échangée par 1 kg de substance lors d'une variation de température de $1^\circ C$ (ou de 1 K).

L'eau ayant une chaleur massique particulièrement élevée, elle est couramment utilisée pour transporter la chaleur dans les installations de chauffage.

Conclusions des expériences I, II et III

On peut résumer ces observations sous la forme d'une relation permettant de calculer la chaleur utilisée en fonction de la masse, de la nature et de l'élévation de température du liquide: $Q = m \cdot c \cdot (\theta - \theta_0)$, où:

Q = énergie calorifique [J]

m = masse [kg]

c = chaleur massique [$J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$] (ou [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$])

θ = température finale [$^\circ C$]

θ_0 = température initiale [$^\circ C$].

matières classées par ordre croissant de leur chaleur massique	valeur de c en [$J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$]
mercure	139
cuivre	389
fer	456
béton	800 à 1000
aluminium	900
air	1000
sodium	1256
huile d'olive	2000
pétrole	2093
eau	4186
hydrogène	14300

Exemples de chaleurs massiques.

La capacité calorifique

Un récipient, même bien isolé, échange de la chaleur avec les corps qu'on y introduit.

Pour en tenir compte, on définit sa capacité calorifique. Cette grandeur exprime la chaleur nécessaire pour élever la température d'un objet de $1^\circ C$; elle est symbolisée par la lettre grecque μ (qui se lit "mu") et s'exprime en [$J \cdot K^{-1}$] ou en [$J \cdot ^\circ C^{-1}$].

Lors d'une variation $\Delta\theta$ de température, la chaleur échangée s'exprime par: $Q = \mu \cdot \Delta\theta$.

Bilan des chaleurs

Dans un récipient bien isolé, on mélange des corps pris à des températures différentes qui n'interagissent pas chimiquement.

Les températures vont spontanément s'équilibrer.

Le principe de la conservation de l'énergie permet d'affirmer que la chaleur cédée par les corps dont la température a baissé a été reçue par les corps dont la température a augmenté. On a donc: $Q_{cédée} + Q_{reçue} = 0$.

Remarques sur les unités

La chaleur, comme toute forme d'énergie, doit se mesurer en joules. On utilise pourtant encore trop souvent la calorie; celle-ci correspond à 4,18 J, c'est-à-dire à la chaleur nécessaire pour élever la température d'un gramme d'eau de $1^\circ C$. La Calorie (avec un C majuscule), ou grande calorie, bien connue des personnes attentives à leur alimentation, correspond à 1000 calories, soit 4180 joules. Il est utile de connaître ses unités qui ne font pas partie du système international, mais il ne faut pas les utiliser.