



Montage n° 27
 Expériences portant sur
 les échanges de chaleur

expérience de Joules

↓
 équivalence
 $W \leftrightarrow Q$

Introduction :

le concept de chaleur apparaît au 19^e siècle grâce aux travaux de Joules. Auparavant, le concept était celui du calorique (fluide transporteur) et le feu était un des éléments (eau, terre, air, feu).

Aujourd'hui, on parle de transfert thermique qui est un transfert d'énergie par une différence de température. Il existe communément 3 sortes de transfert : la conduction, la convection et le rayonnement.

I Mise en évidence des différents modes de transfert thermiques.

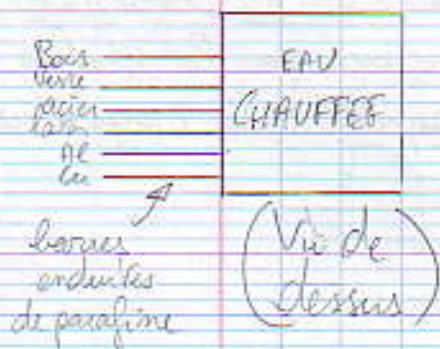
1) la conduction :



On chauffe le milieu de la barre et on remarque que les 2 bouchons les plus proches tombent en 1^{er}

et : la chaleur se propage dans toutes les directions et à la même vitesse

↳ Expérience d'Ingenhousz



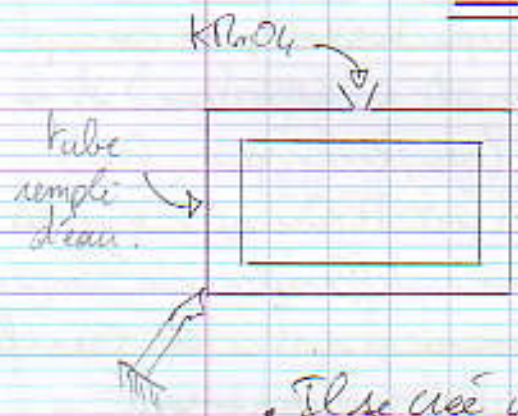
• les molécules du bas du récipient sont chauffées, moins denses elles montent et laissent place à des molécules plus froides et à leur tour chauffées.

• les gouttes de paraffines tombent très vite sur le cuivre, jamais sur le bois.



Q1 : la conductivité du matériau diminue de bas en haut, c'est un phénomène qui fait intervenir la vibration de l'édifice cristallin. (un peu comme la conductivité électrique)

2) la convection :

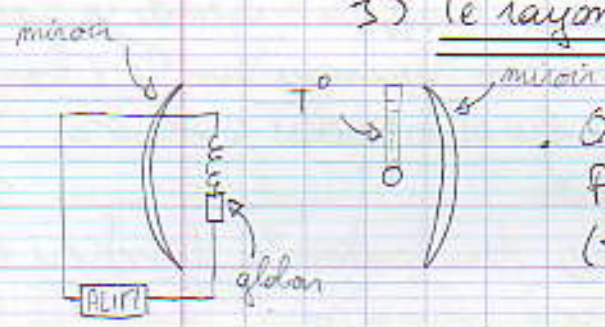


- lorsque l'on introduit le KNO_3 , il se diffuse dans toutes les directions.
- quand on chauffe dans un coin, on modifie la masse volumique du liquide chauffé.

• Il se crée une dépression et le liquide se déplace par poussée d'Archimède. $P_{Arch} > P_{Poids}$

Q1 : convection = déplacement macroscopique de molécules

3) le rayonnement thermique :



- On excite le globar par un courant. Par désexcitation il émet un photon ($T = 1000^\circ C \Rightarrow \lambda = 10 \mu m$ (I.R.))

Simon :
lampe QI
+ lentille.
+ thermomètre

- le globar et le thermomètre sont placés aux foyers de 2 miroirs sphériques.
- Il y a chauffage du thermomètre par rayonnement de l'onde électromagnétique envoyée par le globar.
- Si on place une plaque de verre entre les 2 systèmes, il n'y a plus de chauffage (réflexion de l'onde).



II Mesure de transfert de chaleur: calorimétrie

1) Mesure de la masse en eau d'un calorimètre

- Un calorimètre est une enceinte adiabatique qui ne permet pas les échanges de chaleur avec l'extérieur.
- Sa masse équivalente en eau évalue sa capacité calorifique c'est à dire la quantité de chaleur qu'il absorbe.

Mode opératoire:

- On pèse le calorimètre et ses accessoires puis on tare la balance.
- On place à l'intérieur une masse m_0 d'eau à T° ambiante θ_0 .
- On ajoute alors une masse m_1 d'eau plus chaude à T° θ_1 .
- On agite pour homogénéiser le tout puis on relève la température finale θ_f .

Calcul:

Puisque l'enceinte est adiabatique, on peut écrire:

$$m_0 C_{eau} (\theta_f - \theta_0) + m_1 C_{eau} (\theta_f - \theta_1) + \mu C_{eau} (\theta_f - \theta_0) = 0$$

μ est la masse équivalente en eau du calorimètre

$$\Delta U_{m_0} + \Delta U_{m_1} + \Delta U_{cal}$$

$= W_{ext} \rightarrow$ indéfinissable
 + $Q_{ext} \rightarrow$ adiabatique

2) Mesure de la chaleur latente de fusion de la glace:

- Par définition, c'est la quantité de chaleur à fournir à 1g de corps pur pour le faire changer d'état à température constante.

Mode opératoire:

- On prend comme masse d'eau de départ le mélange précédent dont on reprend la T° : m_0 ; θ_0



- On prend des morceaux de glace qui trempés dans l'eau et on les sèche sur papier absorbant. On en prend à peu près $\frac{1}{10}$ de la masse d'eau $\Rightarrow \theta_i = 0^\circ\text{C}$, m_g
- On agite pour homogénéiser et on relève la température finale θ_f

Calcul :

$$m_g L + (m_0 + \mu) C_{\text{eau}} (\theta_f - \theta_0) + m_g C_{\text{eau}} (\theta_f - \theta_g) = 0$$

$$(L_{\text{fusion}} = 344 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1})$$

Rq : les différences entre théorie et expériences proviennent de la non adiabaticité du calorimètre mais aussi des incertitudes dues aux pesées et aux lectures du thermomètre.

Conclusion :

Nous avons vu le processus de l'échange de chaleur par les divers mécanismes dont on voit les effets tous les jours :

- Conduction : propagation de la chaleur d'un radiateur dans une pièce
- Convection : chauffage d'une casserole d'eau
- rayonnement : chauffage par le soleil.

Les expériences avec calorimètre peuvent nous permettre de remonter aux grandeurs thermodynamiques telle que la chaleur de réaction par exemple.