

TRANSFERTS MACROSCOPIQUES D'ENERGIE

| | |
|--|---|
| <p>Énergie, matière et rayonnement</p> <p>Du macroscopique au microscopique</p> <p>Constante d'Avogadro.</p> | <p>Extraire et exploiter des informations sur un dispositif expérimental permettant de visualiser les atomes et les molécules.</p> <p>Évaluer des ordres de grandeurs relatifs aux domaines microscopique et macroscopique.</p> |
| <p>Transferts d'énergie entre systèmes macroscopiques</p> <p>Notions de système et d'énergie interne. Interprétation microscopique.</p> <p>Capacité thermique.</p> <p>Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Flux thermique. Résistance thermique. Notion d'irréversibilité.</p> <p>Bilans d'énergie.</p> | <p>Savoir que l'énergie interne d'un système macroscopique résulte de contributions microscopiques.</p> <p>Connaître et exploiter la relation entre la variation d'énergie interne et la variation de température pour un corps dans un état condensé.</p> <p>Interpréter les transferts thermiques dans la matière à l'échelle microscopique. Exploiter la relation entre le flux thermique à travers une paroi plane et l'écart de température entre ses deux faces.</p> <p>Établir un bilan énergétique faisant intervenir transfert thermique et travail.</p> |

I- Du macroscopique au microscopique

1. La constante d'Avogadro N_A :

Elle fait le lien entre les échelles microscopiques et macroscopiques : $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

2. Visualisation de l'infiniment petit : activité A25 : le microscope

II- Energie interne d'un système

1. Mise en évidence : animation sur « propriétés des gaz »

Les entités microscopiques d'un système sont en mouvement désordonné, appelé **agitation thermique**.
Quand la température augmente, l'agitation augmente et l'énergie cinétique de ces entités augmente.

2. Définition :

L'énergie interne U d'un système macroscopique résulte de contributions microscopiques : l'énergie cinétique microscopique et l'énergie potentielle microscopique (due aux interactions gravitationnelles et électromagnétiques entre les entités du système).

Elle est telle que: $U = E_{c(\text{microscopique})} + E_{p(\text{microscopique})}$ en joule (J)

3. Capacité thermique :

Plus la température d'un système augmente, plus l'agitation thermique augmente, plus l'énergie cinétique microscopique augmente et plus l'énergie interne augmente.

Hors changement d'état, la variation de l'énergie interne ($\Delta U = U_f - U_i$) d'un système condensé (solide ou liquide) est proportionnelle à la variation de température telle que :

$$\Delta U = C \times \Delta T \text{ ou } U_f - U_i = C \times (T_f - T_i)$$

C : capacité thermique du système (J.K^{-1} ou $\text{J.}^\circ\text{C}^{-1}$) ; U en joule (J) ; T en kelvin (K ou $^\circ\text{C}$)

$$(T_K = T_{^\circ\text{C}} + 273)$$

Remarque : La capacité thermique massique $c = \frac{C}{m}$ (en $\text{J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ou $\text{J.}^\circ\text{C}^{-1}.\text{kg}^{-1}$)
m masse du système (en kg)

La capacité thermique massique c ne dépend que de la nature du corps et de son état physique.

III- Transferts thermiques

Un transfert d'énergie thermique est un transfert d'énergie d'une partie chaude vers une partie froide.

1. Différents modes de transferts :

1.1. La conduction: c'est un transfert thermique par contact d'une source chaude vers une source froide. L'agitation thermique se transmet de proche en proche dans la matière mais sans déplacement de celle-ci. Elle se produit principalement dans les solides

Exemple : on chauffe une tige métallique, la chaleur se transmet jusqu'à la main qui la tient.

1.2. La convection: L'agitation thermique se transmet de proche en proche dans la matière et avec déplacement de celle-ci. Elle se produit dans les fluides (liquides, gaz).

Exemple : De l'air chauffé au contact d'un radiateur s'élève dans une pièce.

1.3. Le rayonnement : l'absorption ou l'émission d'un rayonnement électromagnétique s'accompagne d'un transfert thermique. Ce transfert s'effectue aussi dans le vide.

Exemple : Le soleil émet des rayonnements (UV, visibles infrarouges) qui réchauffe la Terre et ses habitants!

| Transfert par conduction thermique | Transfert par convection thermique | Transfert par rayonnement |
|--|---|--|
| L'agitation thermique se transmet de proche en proche dans la matière, mais sans déplacement d'ensemble de celle-ci. | L'agitation thermique se transmet de proche en proche dans la matière et avec déplacement d'ensemble de celle-ci. | L'énergie transportée par rayonnement et reçue par le système accentue l'agitation thermique de la matière. Ce transfert s'effectue même dans le vide. |
|  |  |  |

2. Flux thermiques :

2.1. Définition :

Le flux thermique caractérise la vitesse du transfert thermique : il est égal à l'énergie transférée à travers une paroi par unité de temps. Ce transfert s'effectue toujours de la source chaude vers la source froide, de façon irréversible (ne peut se faire du froid vers le chaud).

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

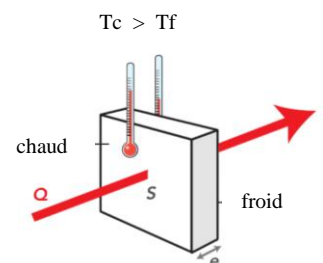
Φ en watt (W) ; énergie thermique Q (nommée aussi chaleur) en joule (J)
 Δt (s)

2.2. Résistance thermique :

Lorsque les températures T_c (source chaude) et T_f (source froide) sont constantes, le flux thermique a pour expression:

$$\Phi = \frac{T_c - T_f}{R_{th}}$$

R_{th} résistance thermique de la paroi en kelvin par watt ($K.W^{-1}$ ou $^{\circ}C.W^{-1}$) ;
 T_c (K ou $^{\circ}C$), T_f (K ou $^{\circ}C$)



Remarques :
 * Plus la résistance thermique est grande, plus le flux thermique est faible et plus la paroi est un bon isolant thermique.
 * Lorsque plusieurs parois sont accolées, la résistance thermique totale est égale à la somme des résistances thermiques de chaque paroi.

2.3. Conductivité thermique d'un matériau :

La résistance thermique R_{th} d'une paroi dépend de la conductivité thermique λ du matériau de la paroi, de sa surface S et de son épaisseur e telle que : $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$; R_{th} ($K.W^{-1}$ ou $^{\circ}C.W^{-1}$) ; λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$ ou $W.m^{-1}.^{\circ}C^{-1}$)
 e (m) ; S (m^2)

| | | | | | | |
|------------------|--|--------|-----------|-------|-------|------|
| <u>Exemple</u> : | matériau | cuivre | aluminium | verre | béton | bois |
| | λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) | 400 | 250 | 1 | 1 | 0,1 |

IV- Bilan énergétique d'un système

1. Variation d'énergie d'un système :

L'énergie totale d'un système $E_{\text{tot}} = E_m + U = E_{c(\text{macroscopique})} + E_{p(\text{macroscopique})} + E_{c(\text{microscopique})} + E_{p(\text{microscopique})}$

$$\implies \Delta E_{\text{tot}} = \Delta E_m + \Delta U$$

Définition : La variation de l'énergie totale d'un système est égale à la somme des travaux W et des transferts thermiques Q échangés avec l'extérieur : $\Delta E_{\text{tot}} = \Sigma W + \Sigma Q$

Convention : Le travail et le transfert thermique sont comptés positivement s'ils sont reçus par le système, négativement s'ils sont cédés par le système.

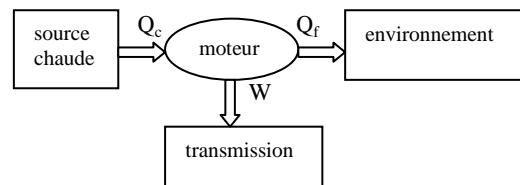
Cas particulier d'un système immobile : $\Delta E_m = 0 \implies \Delta E_{\text{tot}} = \Delta U = \Sigma W + \Sigma Q$

2. Bilan énergétique de machines thermiques:

En régime permanent, l'énergie interne ne varie pas $\implies \Delta U = 0$

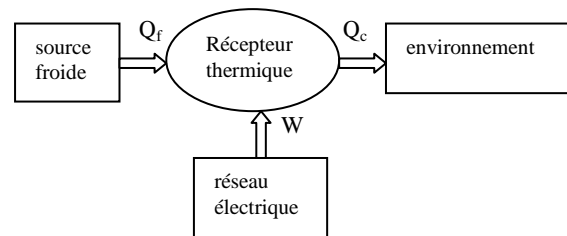
2.1. Moteurs thermiques :

$$\Delta U = Q_c + Q_f + W = 0 \quad \text{avec } Q_c > 0 ; Q_f < 0 ; W < 0$$



2.1. Récepteurs thermiques :

$$\Delta U = Q_c + Q_f + W = 0 \quad \text{avec } Q_c < 0 ; Q_f > 0 ; W > 0$$



V- Emmagasiner de l'énergie thermique