

LP 14 : Transferts thermiques

Niveau : T^{alc} S (ou 1ere STL/STI2D)

Pré-requis : - Energie d'un système (énergie interne, énergie mécanique) (Tale S)

- Capacité thermique (Tale S)
- Rayonnement électromagnétique (2nd)
- Incertitudes (1ere)
- Résistance équivalente en électricité (1ere S)

Biblio : - Hachette, enseignement spécifique Tale S, programme 2012

- Microméga Tale S, pg 2012
- Nathan, 1ère STI2D/STL
- Bellier

<https://www.youtube.com/watch?v=CkRbEC4-zgg> (convection)

<https://www.youtube.com/watch?v=0BdRaWFR2IM> (à 1 min20) (convection)

<https://www.youtube.com/watch?v=9joLYfayee8> (conduction)

<https://www.youtube.com/watch?v=vq5k6t6uZwE> (conduction casserole sans convection)

http://scphysiques.free.fr/animations/anim/meca/flux_thermique.swf (flux et resistance thq)

Intro péda :

Cours au niveau Tale S, dans le grand thème comprendre.

2ème cours sur les bilans thermiques, suivant cours sur énergie interne et capacité calorifique.

Cours avec des notions pas forcément faciles mais que les élèves ont sûrement déjà remarqué dans leur vie de tous les jours car transferts thermiques partout et on l'utilise tous les jours aussi.

Obj : Comprendre les différents types de transferts thermiques, savoir calculer différentes grandeur physique (flux thermique, résistance) et savoir faire un bilan d'énergie.

Difficultés :

- Différence entre chaleur et température → bien insister sur les termes
- bien comprendre à quelle échelle se fait chaque type de transfert → images diapo + tableau récap
 - signe des transferts énergétiques dans bilan d'énergie → schéma pour bien voir sens transfert

Pour bilan d'énergie on utilisera la lettre E pour l'énergie car élèves n'ont pas vu l'enthalpie.

TD : étude des transferts thermiques dans une classe ou pour une maison

Etude de doc : rendement chauffe-eau solaire, étude d'un réfrigérateur

TP : calorimétrie, mesure résistance thermique de différents matériaux

Intro :

On a vu que dans l'énergie interne, il y a un terme correspondant au transfert thermique (Q), aujourd'hui on va voir plus en détail ce terme.

Vous avez déjà tous senti la différence entre parquet et carrelage, carrelage paraît toujours plus froid que parquet pourquoi ?

Comment le soleil peut-il nous réchauffer en étant si loin ?

Et à quoi sert l'isolation du maison ?

On va le comprendre aujourd'hui en étudiant les différents types de transferts thermiques et ce qu'ils impliquent ainsi que le comportement des différents matériaux face à ces transferts d'énergie.

I) Différents modes de transferts

A) Par conduction

Exp : • Verser de l'eau bouillante dans un récipient, faire tremper différentes barres (Cu, Al, bois...) puis mesurer T en haut de la barre de Cu avec un thermocouple

= de proche en proche, pas de mouvement macroscopique de la matière.

D'un point de vue microscopique : les constituants du matériau conducteur communiquent à leurs voisins leur agitation thermique tout en restant globalement à la même place.

• Mesurer T en haut de toutes les barres → T différentes → transferts par conduction dépend du matériau

→ **conductivité thermique** : λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) (diapo tableau valeurs)

→ **conducteur/isolant thermique**

Tr : Quand on est près d'un feu, on sent aussi de l'air chaud autour de nous

B) Par convection

Exp : • tube de Thiele : tube en U, on chauffe de l'eau, elle remonte (moins dense)

= par un mouvement macroscopique de la matière (courant de convection) au sein d'un gaz ou d'un liquide (d'un fluide).

La zone chaude, moins dense que la zone froide à cause de la dilatation (=augmentation du volume d'un corps lorsque sa température augmente), s'élève et laisse la place à du fluide plus froid.

Tr : ces 2 modes de transferts nécessitent matière, mais le soleil nous chauffe aussi alors qu'il y a du vide entre le soleil et la terre

C) Par rayonnement

= par absorption ou émission de rayonnements électromagnétiques (peuvent se propager dans le vide)

(Si on se met en 1ère STI2D/STL : Tout corps à une température T émet un rayonnement électromagnétique. Et la puissance rayonnée par une surface S (= flux thermique) est donnée par la loi de Stefan :)

$$\Phi = \sigma \times S \times T^4$$

Φ : puissance rayonnée en watts (W)
 $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$: constante de Stefan
S : aire de la surface qui rayonne en mètres carrés (m^2)
T : température du corps en kelvins (K)

Tr : On a vu les différents types de transferts, comment on peut étudier ces transferts pour éviter les pertes thermiques (ex pour une maison)

II) Flux et résistance thermiques

A) Définitions (cf diapo)

Flux thermique = énergie transférée à travers une paroi par unité de temps.

Ce transfert se fait naturellement des zones les plus chaudes vers les zones les plus froides.

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

avec φ en watt (W), Q en joule (J) et Δt en seconde (s).

→ c'est ce qui explique que carrelage plus froid (plus de transfert thermique) que parquet

Résistance thermique = fait qu'un matériau s'oppose au passage de l'énergie thermique (on a vu avec 1ere experience que les matériaux n'ont pas la même conductivité → pas la même résistance) :

Pour une paroi plane :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$$

avec e en m, S en m^2 , λ en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ et R_{th} en $K \cdot W^{-1}$

Lien entre le flux et la résistance :

$$\varphi = \frac{|T_1 - T_2|}{R_{th}}$$

Par analogie avec l'électricité, si on a plusieurs parois : $R_{tot} = R_1 + R_2 + \dots$

B) Applications : avantage du double vitrage (élément imposé?)

- Vitre simple ($e = 2$ cm, $\lambda_{verre} = 1$ W.m-1.K-1, $S = 1$ m²) : $R_{th} = 0,02$ K.W-1
- Double vitrage ($2 * e_{verre} = 0,5$ cm, $e_{air} = 1$ cm, $\lambda_{air} = 0,02$ W.m-1.K-1, $S = 1$ m²) : $R_{th, tot} = 0,501$ K.W-1

Tr : On a vu que Q apparaissait dans le flux thermique, il apparaît aussi dans énergie interne, pourrait-on donc relier ces 2 concepts ?

III) Bilan d'énergie

A) Méthode

Pour faire un bilan énergétique :

- 1) Définir le système
- 2) Déterminer les transferts énergétiques (travail ou transferts thermiques) entre le système et l'extérieur
- 3) Repérer le sens des transferts et leurs attribuer un signe (- si perdu par système ; + si gagné) : ex : radiateur $W > 0$, $Q < 0$.
- 4) Conservation de l'énergie : $\Delta E = W + Q + \Delta E_m$

Tr : On va appliquer ça pour déterminer grandeur physique par calorimétrie

B) Détermination de la capacité calorifique de l'eau

Rappel déf capacité thermique (cf diapo)

Exp (Bellier p312 ou 396?) : • calorimètre avec résistance :

- intérieur = couche réfléchissante → pas de transfert par rayonnements
- on le ferme → pas de convection d'air
- paroi = double couche avec vide → pas de conduction
- $Q = 0$

Pas de mouvement macro → $\Delta E_m = 0$

- 1) Système = calorimètre + eau
- 2) $Q = 0$, $W = W_{elec} = U * I * t$

3) $W = \text{reçu} \rightarrow W > 0$

4) $\Delta E = C_{\text{eau}} * (m_{\text{calo}} + m_{\text{eau}}) * \Delta T = \Delta E_m + W + Q = W = U * I * t$

→ Tracer de $\Delta T = f(t)$ → droite et on peut remonter à C_{eau} (=4180 J.kg-1.K-1) avec pente droite et incertitudes.

Conclusion : (cf diapo)

On a vu les différents types de transferts thermiques, les flux qui en découlait et les différentes résistances des matériaux. Et le lien avec l'énergie du système nous a permis de faire un bilan d'énergie pour remonter à une grandeur physique (la capacité thermique)

Ouv : On verra comment étudier tous ces transferts pour améliorer les isolations des maisons ou pour comprendre le fonctionnement de ce que l'on appelle les machines thermiques comme les réfrigérateurs.