

LP.13 Transferts thermiques

Valentin/

Correcteur :

07/10

| **Thème** – Transferts thermiques

| **Élément imposé** –

Niveau : Terminale STI2D

Pré-requis :

- Échelles microscopiques/macrosopiques (1ère)
- Ondes électromagnétiques (lumière) (1ère)
- Electricité (loi d'Ohm, association série/parallèle de résistances, puissance reçue/délivrée)

Difficultés :

- Sens physique du flux pas évident à saisir
- Trois modes de transferts thermiques différents

Activité :

- Tp détermination de la résistance thermique de plusieurs matériaux

Biblio :

—

Objectifs :

- Connaître les différents modes de transferts thermiques et les associer à des situations connues
- Savoir utiliser les notions de flux et de résistance thermique

Plan proposé

1	Les différents types de transferts thermiques	2
1.1	La conduction	2
1.2	La convection	2
1.3	Le rayonnement	2
2	Énergie transférée par conduction	2
2.1	Le flux thermique	2

2.2	La résistance thermique	3
2.3	Application à l'économie d'énergie	3

Intro pédagogique

Leçon

Intro

Question de l'isolation thermique, réduire le transfert thermique

1 Les différents types de transferts thermiques

Par quel moyen est transféré l'énergie thermique ?

1.1 La conduction

Conduction : La conduction est un mode de transfert thermique qui a lieu des zones chaudes vers les zones froides dans un milieu matériel, sans transport de matière.
Phénomène lent, uniformisé. traverse les murs et la fenêtre

1.2 La convection

Convection : La convection est un mode de transfert thermique qui s'effectue avec déplacement de matière.
Vidéo colorant dans becher, chauffé par le dessous. L'eau chaude remonte dans le becher, et redescend après s'être refroidit en haut.
Explication par différence de densité. Dans la maison, on ouvre la fenêtre et l'air froid rentre dans la maison

1.3 Le rayonnement

Rayonnement : Le rayonnement est un mode de transfert thermique qui s'effectue par absorption ou émission d'un rayonnement électromagnétique.
Caméra thermique qui capte le rayonnement émis, pour remonter à la surface, car rayonnement lié à la température. [image maison] fenetre avec grosse pertes thermiques

2 Énergie transférée par conduction

2.1 Le flux thermique

Flux thermique : On définit le flux thermique Φ comme la quantité d'énergie qui traverse une surface donnée par unité de temps. $\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$ en $J.s^{-1}$ ou W.

$$\Phi_{1 \rightarrow 2} = \frac{\lambda \times S}{e} \times (T_1 - T_2)$$

λ "conductivité thermique"

Conductivité thermique : La conductivité thermique est une grandeur en $W.m^{-1}.K^{-1}$ qui traduit la capacité d'un matériau à transmettre de l'énergie thermique par conduction.
Notion d'isolants, de conducteurs, avec [tableau de différents λ]

2.2 La résistance thermique

Analogie électrique (i, R, V_1-V_2) \rightarrow (Φ, R_{th}, T_1-T_2).

Loi d'Ohm : $U= Ri$

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

Définition logique, si e augmente, S augmente λ augmente, etc...

Manip de la barre chauffante en laiton : On mesure la température à différentes distance avec un thermocouple sur Regressi.

$$\lambda = \frac{\Phi}{T_1 - T_2} \times \frac{e}{S}$$

Hypothèse : $\Phi = P_{elec} = U \times i$ du chauffage

!!Problème de valeurs!! Probablement pas régime stationnaire... Mais on testera ça sur différents matériaux

2.3 Application à l'économie d'énergie

Comparaison simple vitrage/double vitrage.

Simple vitrage : Bloc de verre surface S , longueur e : $R_{th} = \frac{e}{\lambda_{verre} \times S}$

Double vitrage : bloc de verre, air, bloc de verre $e/3, e/3, e/3$. Association en série de résistance : $R_{tot} = 2 \times R_{verre} + R_{air}$

Comparaison des 2 : Rapport $\frac{R_{tot}}{R_{th}} = \frac{\frac{2e}{3\lambda_{verre}S} + \frac{e}{3\lambda_{air}S}}{\frac{e}{\lambda_{verre}S}}$ de l'ordre de 16. Gros gain

Conclusion

3 différents types de transferts thermiques. Avec et sans transport de matière, et rayonnement (dans le vide par ex)

Capable de modéliser la conduction et donc la résistance thermique.

On pourra s'intéresser aux autres transferts thermiques

Questions/Réponses

Questions	Réponses
<i>Économiser l'énergie. Et si maximiser les transferts thermiques</i>	Oui dans les machines thermiques, comme frigo

<i>Lien entre agitation et energie thermique</i>	3/2 $k_B T$ pour énergie cinétique pour monoatomique.
<i>Et diatomique</i>	Plus de degré de libertés donc plus de contributions 5/2 $k_B T$
<i>Agitation thermique se transmet de proche en proche ?</i>	Chocs qui uniformisent l'énergie.
<i>Vraiment chocs dans les solides ? Chocs ?</i>	Electrons ? Amas de molécules
<i>Convection, différences de densité liées à la température. Lien entre densité et température</i>	Coefficient de dilatation thermique, lié à la dérivé de V par T
<i>Seul mécanisme de convection ?</i>	Agitation forcé
<i>Convection forcée et convection ?</i>	Naturelle (pas passive)
<i>Rayonnement et image, couleurs ?</i>	Rayonnement pas dans le visible (IR) associé par programme aux couleurs
<i>Rayonnement thermique dans le visible ?</i>	Loi de Wien : λ_{max} prop à 1/T. Flamme 500°C visible
$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$	Q énergie à travers une surface donné. Q = j _q × S
<i>Formule valable ?</i>	En régime stationnaire
<i>Diff entre equilibre et régime stationnaire ?</i>	
<i>Signe de lambda</i>	positif car transfert des zones chaudes vers froides.
<i>Transfert chaud vers froid pour augmentation d'entropie</i>	second principe
<i>Qui a enoncé second principe du chaud vers le froid ?</i>	??
<i>Analogie ? Date des travaux ?</i>	D'abord thermique avant electricité. 50 ans entre ça et elec ??
<i>Laiton</i>	alliage cuivre et zinc
<i>Flux non mesurable mais effet Joule ?</i>	?
<i>Thermocouple</i>	2 métaux ?? mis en contact, différence de tension entre chaud et normal

<i>Ecart de valeurs ? Problème d'équilibre ?</i>	En effet température a augmenté Mais PROBLÈME DE RÉGIME STATIONNAIRE
<i>Temps caractéristique ?</i>	
<i>Coefficient de diffusion unité</i>	L^2/t
<i>Erreur</i>	Moyenne entre chaque capteur et incertitude de type A
<i>Double vitrage</i>	Dans la vraie vie verre plus épais pour solidité
<i>Comment équation de chaleur ?</i>	bilan énergie & loi de fourier
<i>Loi de fourier ?</i>	Loi phénoménologique
<i>Conduction ?</i>	loi de Newton avec équation de convection
<i>Becher avec colorant conditions</i>	gravité ? Différence de température

Debrief

On aurait pu faire droite de flux en fonction de T pour avoir la pente
Transfert thermique dans matière condensée : vibration du réseau = phonons pour transporter énergie thermique (dans les fluides chocs)

Convection naturelle VS convection forcée (force extérieure qui n'est pas température)

Pour du visible, qq centaines de K

Analogie ? Fourier 1800 et Ohm (qui s'est inspiré de Fourier) 20-25 ans plus tard

CONVECTION SI TRANSFERTS CONVECTIFS PLUS FORTS QUE TRANSFERTS CONDUCTIFS

Choses pas bien :

- Economie d'énergie bien mais dommage de poser la question sur la situation où on veut l'inverse : Poser le phénomène en ouverture
- : Conduction Définition MICROSCOPIQUE (à écrire) VS convection macroscopique
- ENONCE DE CLAUSIUS : DU CHAUD VERS LE FROID (Kelvin : on ne peut pas extraire du travail d'une machine monotherme)
- Définition du rayonnement maladroite : absorption/emission ok mais c'est le rayonnement électromagnétique qui porte le transfert
- Penser à abroger les définitions au tableau
- Un peu court 35 min
- préciser Q énergie échangée
- ATTENTION ETAT STATIONNAIRE DIFFÉRENT DE EQUILIBRE
- λ positif car second principe et loi de fourier
- définir une grandeur avec les mains, et unité après
- Transition avec électricité bof. Comment agir sur le flux ?

L. *Titre*

- analogie maladroite : mieux : loi d'ohm avec phénoménologique de resistance, même phrase pour conduction thermique, donc équivalent
- Insister sur la formule, expliquer bien les effets des termes
- Manip : pas obligé de faire tous les points ?? Faire voir des droites

Montrer les résultats même si la manip ne marche pas, avec explications possibles, sans risques