

## Compte rendu LP18 : Flux conductifs, convectifs, radiatifs, bilan thermique.

Niveau L2

Prérequis : thermodynamique des systèmes ouverts et fermés, bilans locaux.

Introduction :

Le phénomène de transfert de l'énergie thermique se ressent au quotidien, lorsqu'on se brûle en cuisinant, lorsque l'on ressent la chaleur en chauffant la pièce alors que le chauffage est loin. Il est primordial de maîtriser ces échanges thermiques afin de minimiser les pertes thermiques offrant un confort idéal aux utilisateurs tout en maîtrisant l'énergie dépensée.

I Comment transférer l'énergie thermique ?

1) Transfert conductifs :

$\Phi = -\lambda S \frac{dT}{dt}$  on définit  $\vec{j}_{th} = -\lambda \vec{\nabla} T$  avec  $\Phi = \iint \vec{j}_{th} \cdot \vec{dS}$  Le flux de puissance thermique à travers une surface.

OdG : conducteur  $\lambda \sim 100 \text{ W/K}^2/\text{m}$

isolant  $\lambda \sim \text{mW/K}^2/\text{m}$

Remarque : équation local de diffusion de la chaleur en appliquant ostrogradski sur un petit élément de volume et en considérant les flux sortants de la surface.

(Penser à préciser à chaque bilan qu'on néglige les dilatations pour ne pas prendre en compte le travail lors de la variation d'énergie interne cf premier principe)

**Définir le flux**

2) Transfert convectifs :

$\Phi = hc(T - T_\infty)$  h coefficient conducto-convectif en  $\text{W/m}^2/\text{K}$

Rmq sur la convection en mécanique des fluides mais mauvaise idée !

**Dépendance de h dans la loi de Newton (T, fluide, écoulement, surface)**

**Nombre de Nusselt, instabilité de Rayleigh Bénard.**

2) Transfert radiatif :

Loi de Stephan  $dP = \sigma T^4 dS$  avec  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$  la constante de Stephan

Rmq : Loi de Wien  $\lambda_m T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{m}$  avec  $\lambda_m$  longueur d'onde pour le maximum de rayonnement dans le spectre.

**Dire que l'origine physique vient des électrons qui sont des dipôles oscillants autour des noyaux.**

**Parler de planck, tracer la courbe du rayonnement.**

II Faire un bilan thermique :

1) Ailette de refroidissement :

Physique PC-PSI tout en un J'intègre Marie-Noëlle SANZ ch21 p833

2) Choc thermique :

Physique PC-PSI tout en un J'intègre Marie-Noëlle SANZ ch21 p824

3) Puissance rayonnée par le soleil :

BFR Thermodynamique ch19 p383 attention valeurs numériques du livre pas forcément précises.

Mettre cette exercice plutôt en illustration de la loi de Stephan au I,3 en le faisant en ordre de grandeur.

Problème de chiffre significatif lors de mon application numérique.

III Quelques applications concrètes :

1) études d'un mur composite

-Notion de résistance thermique :

démonstration, analogie entre flux et courant, et température et potentiel.

-mur composite :

voir annexe 1 pour le schéma.

Référence : José Ouin Transferts thermiques p96

J'ai modifié les valeurs des dimensions pour faciliter l'application numériques. Avec mes dimensions je trouve

$$R_T = 4,32 \text{ K} \cdot \text{m}^{-1} \quad \Phi = 2,31 \text{ W}$$

Pas pris le bon nombre de chiffres significatifs, discuter la valeur du flux, peut être un peu faible car j'ai modifié les valeurs de l'énoncé.

Rayonnement d'une personne d'environ 70W

Pourquoi polystyrène bon isolant ? Bulle d'air coincées, différence avec la convection ? Bulle d'air statique.

2) Dimensionnement d'un fusible :

Physique PC-PSI tout en un J'intègre Marie-Noëlle SANZ ch21 p831

Quel est le matériaux du fusible ? Les odgs sont-ils bon ?

Conclusion :

Pour conclure, nous avons pu voir les différents modes de transfert de chaleur, les équations qui les régissent ainsi que la manière de les intégrer à un bilan d'énergie pour la résolution d'un problème. Nous avons illustré cette leçon à l'aide d'exemples concrets utilisés en pratique afin de résoudre des problèmes techniques de chauffage, d'isolation et de protection de systèmes électriques.

Commentaire du prof :

le I est trop court, et je n'ai pas assez discuté mes résultats lors des applications.

Conduite d'eau + isolant, dépendance en épaisseur d'isolant.

Peut être trop d'exemple, n'en garder que trois.