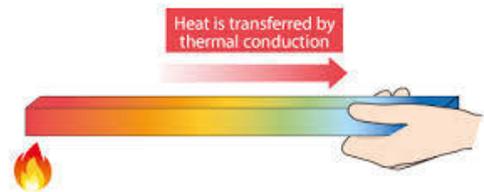


La conduction de la chaleur unidimensionnelle en régime permanent



KHALDI Souheyla

Table des matières



Introduction	3
I - L'équation de conduction thermique (diffusion)	4
1. coordonnées cartésiennes	4
1.1. équations	4
2. Coordonnées cylindriques	5
3. Coordonnées sphériques	5
II - Les conditions aux limites et la condition initiale	6
1. conditions aux limites	6
III -	
La conduction unidimensionnelle en régime permanent sans source de chaleur	
7	
1. Mur simple à faces isothermes	7
IV -	
La conduction unidimensionnelle en régime permanent avec source de chaleur	
8	
1. Paroi plane	8
V - Les ailettes	9
1. Définition	9
VI - Conclusion	10

Introduction



La nature de la chaleur n'a vraiment été comprise qu'à la fin du 19ème siècle avec le développement de la thermodynamique statistique. Néanmoins, vers 1800, le mathématicien Joseph Fourier travailla sur l'étude de la transmission de la chaleur, sans en connaître sa nature exacte. Il supposa que la chaleur se propageait des zones chaudes aux zones froides perpendiculairement aux surfaces isothermes et proportionnellement à la différence de température. Ce mode de transfert est celui de la conduction.

Rappelons que le transfert de chaleur par conduction correspond à un transfert d'énergie interne dû aux interactions entre les particules qui constituent le système thermodynamique (chocs de molécules dans les gaz, vibrations dans les solides cristallins, etc). Il est présent dans tous les corps, quel que soit leur état (solide, liquide ou gaz).



L'équation de conduction thermique (diffusion)

coordonnées cartésiennes
Coordonnées cylindriques
Coordonnées sphériques

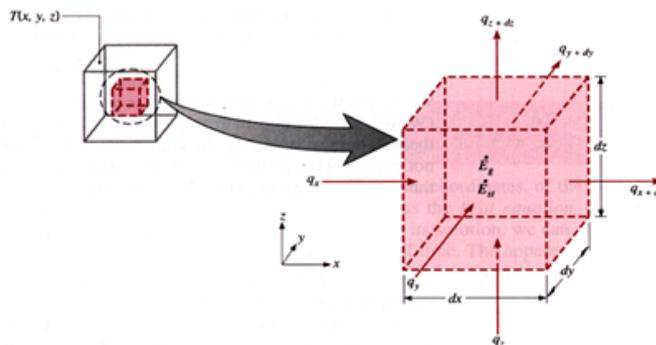
4
5
5

1. coordonnées cartésiennes

La méthode consiste à établir le bilan thermique d'une quantité de matière à l'état solide, contenue dans un volume infinitésimal dv , délimité par une surface ds , appartenant à un milieu en trois dimensions.

Les grandeurs thermophysiques sont supposées indépendantes de l'espace et de la température . Nous supposons en outre que le volume dv contient des sources internes dégageant de la chaleur avec une puissance volumique q (par effet Joule par exemple).

Si le phénomène considéré est in-stationnaire, cela signifie que l'échange de chaleur à travers la surface ds provoque une variation de la quantité de chaleur accumulée dans le volume dv .



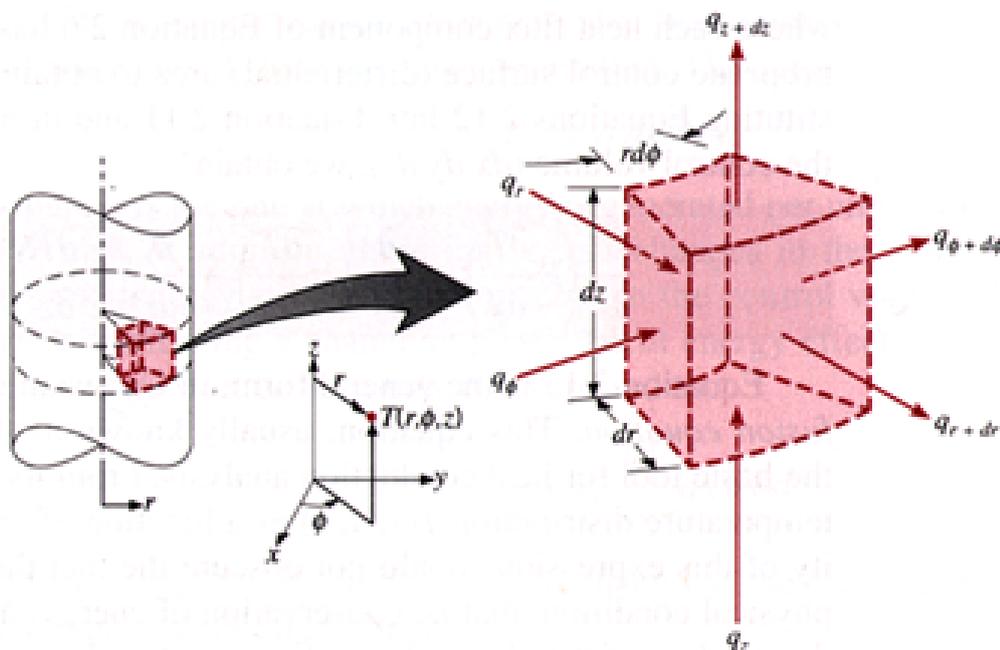
1.1. équations

Les flux thermiques sortant des surfaces à $x+dx$, $y+dy$ et $z+dz$:

$$Q_{x+dx} = Q_x + \frac{\partial Q_x}{\partial x} dx \quad Q_{y+dy} = Q_y + \frac{\partial Q_y}{\partial y} dy \quad Q_{z+dz} = Q_z + \frac{\partial Q_z}{\partial z} dz$$

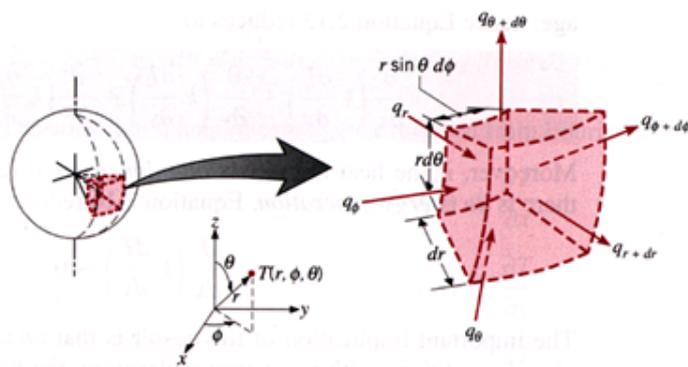
2. Coordonnées cylindriques

En effectuant une démarche similaire (bilan d'énergie) sur un élément de volume cylindrique.



3. Coordonnées sphériques

En effectuant une démarche similaire (bilan d'énergie) sur un élément de volume sphérique.



Les conditions aux limites et la condition initiale



1. conditions aux limites

Pour déterminer la distribution de T dans un milieu, il faut spécifier les conditions aux limites du domaine de calcul (du matériau). De plus, lorsque le régime est instationnaire, il faut spécifier la condition initiale dans le temps.

o Condition du 1^{ère} type ou de Dirichlet : T imposée.

Si le corps est thermiquement isolé, le flux est nul en tout point de sa surface. On dira qu'il s'agit d'un corps adiabatique.

Condition du 3^{ème} type : transfert convectif imposé (h et T)

La conduction unidimensionnelle en régime permanent sans source de chaleur

Mur simple à faces isothermes

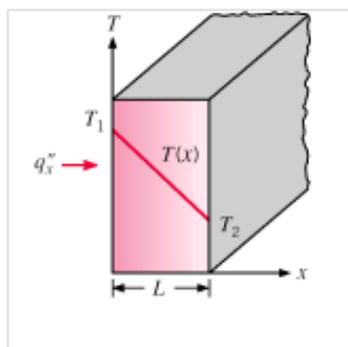
7

1. Mur simple à faces isothermes

Considérons un mur plan d'épaisseur L dont les surfaces sont maintenues à températures constantes et connues. Par exemple, c'est le cas d'une maison chauffée à une température intérieure T_1 pendant qu'il règne une température extérieure T_2 .

L'équation générale prend la forme :

$$\frac{\partial T^2}{\partial x^2} = 0$$



Température	Température	Température
T_1	T_2	T_3
T_1	T_2	T_3
T_1	T_2	T_3

La conduction unidimensionnelle en régime permanent avec source de chaleur

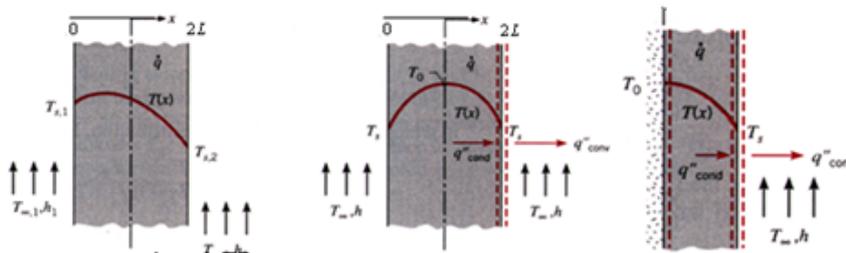
IV

Paroi plane

8

1. Paroi plane

Il s'agit de génération thermique volumétrique causée par la conversion d'une autre forme d'énergie en chaleur à l'intérieur du système étudié (fil chauffant, dissipation thermique d'un appareil, réaction chimique ou biologique, conversion d'un flux absorbé, source géologique, etc.).



Les ailettes

V

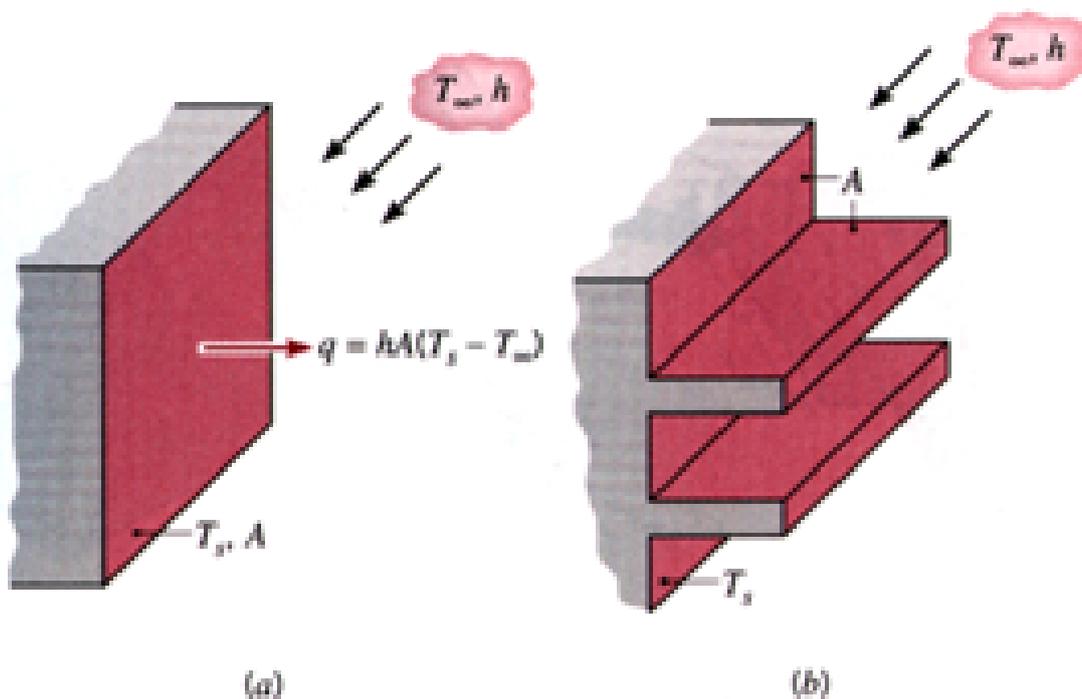
Définition

9

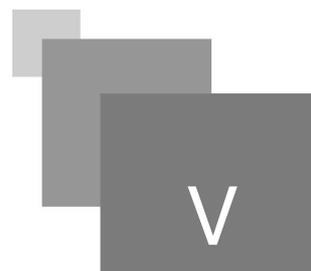
1. Définition

La façon la plus économique d'augmenter le flux de chaleur consiste bien souvent à augmenter S . Ceci peut être obtenu par la réalisation d'ailettes, solution ayant pour avantage de limiter l'encombrement et augmenter le poids qui résultent de l'ajout de matière.

Les ailettes les plus souvent utilisées sont des ailettes à section constante, car ils sont plus faciles à construire et à analyser. Considérons une ailette d'épaisseur e , de longueur L et de largeur H . On néglige toutes les variations de température sur une section droite de l'ailette, T est fonction seulement de x .



Conclusion



La plupart des problèmes traités dans ce chapitre supposent le corps étudié solide. Il faut garder à l'esprit que la conduction existe aussi dans les fluides (liquides ou gaz). Puisque ces derniers restent rarement immobiles et, de ce fait, transportent en se déplaçant un flux de chaleur nettement plus important que celui qui circule par conduction seule. Ce mode de transport est la convection et sera étudié ultérieurement

[cf.]