

Saïd BOUABDALLAH

Cours et Exercices Résolus

des transferts thermiques

ystème LMD



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

Table de Matière

GENERALITES SUR LES TRANSFERTS DE THERMIQUES

1. Introduction.....	7
2. Définitions.....	7
2.1 Champ de température.....	7
2.2 Gradient de température.....	7
2.3 Flux de chaleur.....	8
3. Formulation d'un problème de transfert de chaleur.....	8
3.1 Bilan d'énergie.....	8
3.2 Expression des flux d'énergie.....	9
4. Modes des transferts de chaleur.....	9
4.1 Conduction.....	9
4.2 Convection.....	11
4.3 Rayonnement.....	12
4.4 Flux de chaleur lié à un débit massique.....	13
4.5 Stockage d'énergie.....	13
4.6 Génération d'énergie.....	13

PARTIE I: TRANSFERT THERMIQUE PAR CONDUCTION

Chapitre 1: Equation générale de conduction de la chaleur en régime stationnaire

1. Equation de la température.....	17
2. Application dans le cas stationnaire monodimensionnel.....	20
2.1 Mur simple.....	20
2.2 Mur multicouches.....	21
2.3 Application aux géométries cylindriques.....	22
2.4 Application aux géométries sphériques.....	23
3. Expression de la résistance thermique et analogie électrique.....	24
4. Application pour le cas (paroi -fluide) en simple et multicouches.....	26

Chapitre 2: Transfert de chaleur par conduction à partir de grandes étendues (Application aux ailettes)

1. Définition.....	29
2. Champ de température dans une ailette de section constante.....	30
a) Conservation du flux thermique.....	30
b) Conditions aux limites.....	31
c) Détermination du champ de température.....	32
3. Efficacité d'une ailette.....	33
4. Rendement d'une surface ailette.....	34
5. Démarche générale.....	34

Chapitre 3: Conduction thermique en régime variable ou instationnaire

1. Exemple de compréhension.....	37
2. Nombres sans dimension.....	39
3. Conduction en régime variable unidimensionnelle.....	40
3.1 Milieu a température uniforme.....	40
3.2 Milieu semi infini.....	40
3.3 Milieu semi infini à flux constant.....	42
4. Conduction thermique en régime variable dans un cylindre.....	43
5. Conduction thermique en régime variable dans un sphérique.....	44
6. Conduction en régime variable bidimensionnelle.....	44

Chapitre 4: Résolution Numérique de l'équation de conduction de la chaleur par la Méthode des différences finies

1. Régime permanent.....	47
1.1. Etablissement des équations aux différences finies.....	47
1.1.1 Nœuds internes.....	48
1.1.2 Nœuds de frontière (conditions aux limites).....	49
1.2 Méthode de résolution.....	50
2. Régime variable.....	50
2.1 Méthode explicite.....	51
2.2 Méthode implicite.....	51
2.3 Méthode de Crank Nicholson.....	52
Exercices résolus de la conduction thermique.....	53

PARTIE II : TRANSFERT THERMIQUE PAR CONVECTION

Chapitre 1: Initiation, Rappels et Principes fondamentaux de la convection

1. Introduction.....	67
2. Analyse adimensionnelle.....	68
3. Détermination des groupes adimensionnels (Théorème de Vashy-Buckingham).....	69
4. Définition des nombres adimensionnels (Reynolds, Prandtl, ...etc.).....	72

Chapitre 2: Convection Naturelle

1. Définitions et principes.....	75
1.1 Mécanisme de la convection naturelle.....	75
1.2 Signification physique du nombre de Grashof.....	76
1.3 Calcul du flux de chaleur en convection naturelle.....	76
2. Formulation d'un problème de convection.....	77
2.1 Equation de conservation de masse (équation de continuité).....	77
2.2 Equation de conservation de quantité de mouvement.....	78
2.3 Equation de l'énergie.....	80
2.3.1 Ecoulement plan, unidirectionnel, établi et sans forces extérieures.....	81
2.3.2 Cas général.....	82
2.3.3 Cas particulières.....	85

Chapitre 3: Couche limite Hydrodynamique et Thermique; principes et relations

1. Description.....	89
2. Caractéristiques de la couche limite.....	90
3. Relation empiriques.....	91
Exercices résolus de la convection thermique.....	93

PARTIE III: RAYONNEMENTS THERMIQUES

Chapitre 1: Introduction et Définitions

1. Définitions.....	109
2. Classification physique des grandeurs utilisées.....	109
3. Absorption, réflexion et transmission.....	109
4. Emission thermique énergétique d'une surface.....	110
5. Emission thermique spectrale d'une surface.....	111
6. Eclairage d'une surface.....	112

Chapitre 2: Lois du rayonnement d'un corps noir

1. Définition et propriétés énergétiques du corps noir.....	115
2. Loi de Lambert.....	116
3. Luminance énergétique d'un corps noir.....	117
4. Emittance énergétique d'un corps noir.....	117
5. Propriétés spectrales des corps noirs.....	118
6. Luminance et émittance spectrale d'un corps noir.....	120
7. Formule de Planck.....	120
8. Formules simplifiées.....	121
9. Loi de déplacement de Wien.....	122
10. Courbe réduite de Planck.....	123
11. Loi de Stefan de Boltzmann.....	125

Chapitre 3: Lois du rayonnement des corps réels

1. Indicatrice d'émission d'une surface.....	127
2. Facteur d'émission total d'une surface.....	127
3. Emittance énergétique d'une surface.....	128
4. Emission spectrale d'une surface.....	128
5. Facteur d'émission spectrale d'une surface.....	128
6. Emittance spectrale d'une surface.....	129
7. Propriétés radiatives des corps réels.....	130

Chapitre 4: Echange de chaleur par rayonnement entre deux corps

1. Loi de Bouger.....	135
2. Facteur de forme.....	136
3. Flux de chaleur échangé entre deux surfaces.....	137
4. Remarques et conclusion.....	139
Exercices résolus des rayonnements thermiques.....	140
Bibliographie.....	147