

SCIENCES MÉCANIQUES

de l'étudiant au chercheur

Exercices d'Acoustique

Corrigés détaillés. Rappels de cours

Tome III : problèmes avancés

Michel BRUNEAU
Philippe GATIGNOL
Patrick LANCELEUR
Catherine POTEL

Catherine POTEL, Philippe GATIGNOL
Directeurs de Collection

CÉPADUÈS-ÉDITIONS
111, rue Nicolas Vauquelin
31100 Toulouse – France
Tél. : 05 61 40 57 36
www.cepades.com
Courriel : cepades@cepades.com
Coordonnées GPS en WGS 84
N 43° 34'43,2''
E 001° 24'21,5''

Table des matières

Avant-propos	V
Chapitre 11. La diffusion acoustique	1
1 Développements en séries d’harmoniques sphériques. Rayonnement, diffusion	1
R1 Solutions monochromatiques en coordonnées sphériques, séries d’harmoniques sphériques	1
EXERCICE 1.1 : Rayonnement d’une sphère en mouvement vibratoire axisymétrique .	7
EXERCICE 1.2 : Diffusion d’une onde plane par une sphère rigide ou impédante	16
2 Diffusion en coordonnées cylindriques	24
R2 Rappel sur les solutions en coordonnées cylindriques et les représentations en séries qui leur sont associées	24
EXERCICE 2.1 : Diffusion d'une onde plane par un cylindre circulaire rigide ou impédant en incidence normale	28
EXERCICE 2.2 : Diffusion d'une onde plane par un écran plan	41
EXERCICE 2.2.1 : Champ diffusé, champ diffracté, symétries. Généralisations	42
EXERCICE 2.2.2 : Diffusion d'une onde plane par un écran plan semi-infini	64
3 Résolution de problèmes de diffusion par la méthode de Wiener-Hopf	80
R3 Introduction à la méthode Wiener-Hopf	80
EXERCICE 3.1 : Retour sur la diffusion d’une onde plane par un demi-plan	85
EXERCICE 3.2 : Diffusion d’un mode plan dans un guide présentant un changement de nature de paroi	110
Références sur le Chapitre 11	127
Chapitre 12. Transformation de Fourier et champs acoustiques.....	129
1 Représentations par superposition d’ondes planes	129
R1 Les représentations intégrales de Green et de Fourier en acoustique	130
R1.1 Retour sur les représentations de Green	130
R1.2 Le spectre angulaire d'ondes planes	131
R1.3 Transformées de Fourier – Fonctions de transfert	132
R1.4 Intégrales de convolution – Réponses impulsionnelles	133

R1.5	Intégrales de Rayleigh	135
R1.6	Problèmes bidimensionnels	136
R1.7	Approximation de la phase stationnaire	137
EXERCICE 1.1	Champ rayonné par un piston bidimensionnel – Approximations de l'acoustique géométrique.....	139
EXERCICE 1.2	Champs sous incidence – Faisceaux gaussiens	150
EXERCICE 1.2.1	Changement de bases pour les vecteurs d'onde.....	151
EXERCICE 1.2.2	Faisceau gaussien incident sur une interface fluide/fluide	159
2	Génération d'ondes modales dans les structures.....	177
R2	Les ondes planes en milieux élastiques isotropes	177
EXERCICE 2.1	Génération de l'onde de Rayleigh sur une interface fluide/solide sous l'incidence d'un faisceau borné.....	181
EXERCICE 2.2	Génération modale dans une couche fluide sous l'incidence d'un faisceau borné.....	192
	Références sur le Chapitre 12	200

Chapitre 13. Champs acoustiques en fluides thermo-visqueux Guides, espaces clos, espaces semi-infinis et infinis.....201

	Rappels introductifs - Équations fondamentales de l'acoustique en fluides thermo-visqueux	203
R1	Équation de Navier-Stokes linéarisée	203
R2	Équation de conservation de la masse	204
R3	Équation de continuité de l'entropie linéarisée	204
R4	Problème bien posé	204
R5	Table des symboles fondamentaux	205
1	Champs acoustiques en espaces confinés (fentes, tubes, cavités), approximation adiabatique	208
EXERCICE 1.1	Champ acoustique en "petite" cavité, effet de compressibilité	208
EXERCICE 1.2	Élément de fluide en fente et tube -Effets de résistance visqueuse pariétale et d'inertie	212
EXERCICE 1.3	Tube et fente, mouvement harmonique (effets de viscosité et d'inertie seuls)	216

EXERCICE 1.4 : Système tube court et "large" et petite cavité : le résonateur de Helmholtz	221
EXERCICE 1.5 : Système tube court et "étroit" et petite cavité : égalisation de pression statique (microphones)	228
2 Propagation en fluide thermo-visqueux (inertie, compressibilité, viscosité, conduction thermique)	230
EXERCICE 2.1 : Équation de propagation en fluide thermo-visqueux : onde quasi plane en guide	231
EXERCICE 2.2 : Équation de propagation en fluide thermo-visqueux : onde plane en espace infini	237
3 Admittance de paroi équivalente aux effets des couches limites thermo-visqueuses	240
EXERCICE 3.1 : Réflexion d'une onde plane sur un plan rigide infini	240
EXERCICE 3.2 : Guide cylindrique et petite cavité : couches limites traduites par une impédance équivalente de paroi	244
EXERCICE 3.3 : Le résonateur quart d'onde de la clarinette : effets de dissipation thermo-visqueuse	246
4 Profil de vitesses en deux dimensions en espace clos : effet de la viscosité	263
EXERCICE 4 : Champ acoustique en cavité bidimensionnelle : cas du fluide visqueux	263
Références sur le Chapitre 13	269
Chapitre 14. Propagation acoustique en milieux lentement variables dans l'espace	271
Rappels introductifs - Équations fondamentales de l'acoustique en fluides lentement variables	271
R1 Propos préliminaires	271
R2 Les équations fondamentales	272
1 Effets de faibles gradients de température	273
EXERCICE 1.1 : Effet d'un gradient de température sur la propagation acoustique à une dimension	273

EXERCICE 1.2 : Effet d'un gradient de température sur la propagation acoustique (2D), le mirage de l'été	276
2 Effets d'entraînement : écoulements (1D) à faible nombre de Mach	284
EXERCICE 2.1 : Propagation acoustique dans un guide avec écoulement : cas des modes amonts inverses	284
EXERCICE 2.2 : Effet d'un faible gradient de vent au-dessus du sol sur la propagation acoustique (2D).....	290
Références sur le Chapitre 14	296
 Bibliographie	 297