

Physique



**ONDES, OPTIQUE
ET PHYSIQUE MODERNE**

3

René Lafrance

Avec la collaboration de
Jean Parent



de boeck



Table des matières

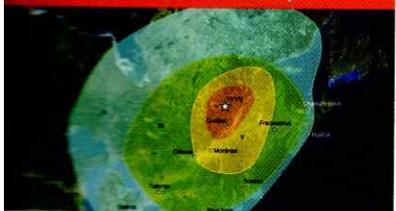
Partie I • Les oscillations et les ondes mécaniques

Chapitre 01



Les oscillations	2
1.1 La description du mouvement harmonique simple	4
1.2 Le système bloc-ressort	13
1.3 L'énergie dans le mouvement harmonique simple	17
1.4 Les pendules	19
1.5 Les oscillations dans les circuits <i>LC</i>	24
1.6 Les oscillations amorties	27
1.7 Les oscillations forcées et la résonance	31
Résumé	34
Questions, exercices et problèmes	35

Chapitre 02



Les ondes	42
2.1 Les types d'ondes	44
2.2 Les ondes progressives à une dimension	46
2.3 La vitesse des ondes sur une corde	49
2.4 Les ondes progressives sinusoïdales	52
2.5 La puissance transportée par une onde	58
2.6 La réflexion et la transmission des ondes	62
2.7 La superposition des ondes	64
2.8 L'interférence des ondes	65
2.9 Les ondes stationnaires	67
2.10 Les modes normaux d'oscillation d'une corde	70
Résumé	73
Questions, exercices et problèmes	74

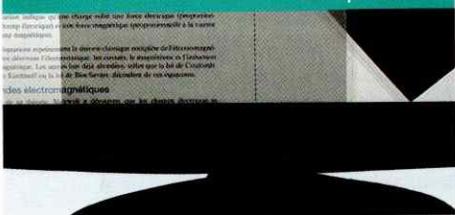
Chapitre 03



Les ondes sonores	80
3.1 La description des ondes sonores	82
3.2 La vitesse du son	87
3.3 Les ondes en deux et en trois dimensions	90
3.4 L'intensité sonore	91
3.5 L'interférence des ondes sonores	94
3.6 Les battements	98
3.7 Les ondes sonores stationnaires et les instruments de musique	100
3.8 L'effet Doppler	104
3.9 La vitesse supersonique et les ondes de choc	110
Résumé	112
Questions, exercices et problèmes	113

Partie 2 • L'optique

Chapitre 04



Les ondes électromagnétiques 120

4.1 Les propriétés des ondes électromagnétiques 123

4.2 La vitesse de la lumière et l'équation d'onde 128

4.3 Le spectre électromagnétique 133

4.4 L'énergie transportée par la lumière 135

4.5 La pression de radiation 138

4.6 La polarisation de la lumière 142

Résumé 149

Questions, exercices et problèmes 150

Chapitre 05



La propagation de la lumière 154

5.1 La vitesse de la lumière dans les milieux transparents 156

5.2 L'approximation de l'optique géométrique 159

5.3 La réflexion de la lumière 162

5.4 La réfraction de la lumière 165

5.5 La réflexion totale interne 169

5.6 La dispersion de la lumière 172

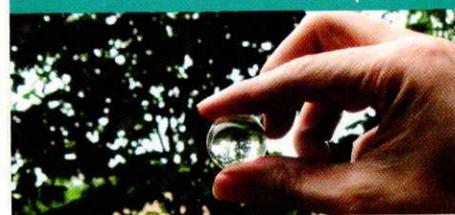
5.7 La polarisation par réflexion 176

5.8 La biréfringence 179

Résumé 180

Questions, exercices et problèmes 181

Chapitre 06



La formation des images 186

6.1 Les objets et les images 188

6.2 Les miroirs plans 190

6.3 Les miroirs sphériques 191

6.4 Les dioptries 199

6.5 Les lentilles minces 205

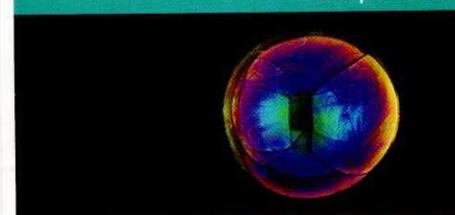
6.6 L'œil 215

6.7 Les instruments d'optique 221

Résumé 229

Questions, exercices et problèmes 230

Chapitre 07



L'interférence de la lumière 236

7.1 Les conditions d'interférence 239

7.2 L'expérience de Young 246

7.3 L'interférence produite par les pellicules minces 252

7.4 L'interféromètre de Michelson 257

Résumé 261

Questions, exercices et problèmes 262

Chapitre 08



La diffraction de la lumière 268

8.1 Les figures de diffraction 270

8.2 La diffraction par une fente étroite 271

8.3 L'irradiance de la figure de diffraction 275

8.4 La diffraction par une ouverture circulaire 277

8.5 Le pouvoir de résolution des instruments d'optique 279

8.6 La diffraction par deux fentes 283

8.7 Les réseaux de diffraction	285
Résumé	290
Questions, exercices et problèmes	291

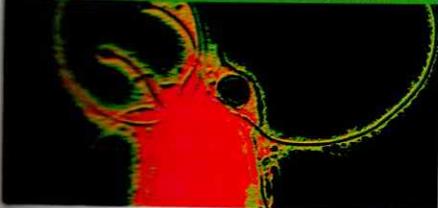
Partie 3 • La physique moderne

Chapitre 09



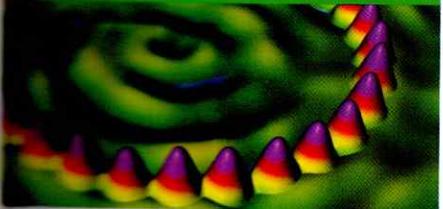
Le relativité restreinte	296
9.1 La relativité galiléenne	299
9.2 Les postulats d'Einstein	304
9.3 Les événements et les mesures	307
9.4 La relativité de la simultanéité	308
9.5 La dilatation du temps	310
9.6 La contraction des longueurs	317
9.7 L'effet Doppler relativiste	322
9.8 Les transformations de Lorentz	324
9.9 La transformation relativiste des vitesses	328
9.10 La quantité de mouvement en relativité	329
9.11 L'énergie en relativité	331
Résumé	339
Questions, exercices et problèmes	340

Chapitre 10



La dualité onde-particule	346
10.1 La notion de photon	348
10.2 Le rayonnement du corps noir	350
10.3 L'effet photoélectrique	354
10.4 L'effet Compton	359
10.5 La dualité onde-particule pour la lumière	364
10.6 Les ondes de matière	367
10.7 Le principe d'incertitude	370
Résumé	374
Questions, exercices et problèmes	375

Chapitre 11



La mécanique quantique	380
11.1 La fonction d'onde	382
11.2 L'équation de Schrödinger	387
11.3 Les états stationnaires	390
11.4 L'énergie d'une particule confinée à une dimension	390
11.5 La fonction d'onde d'une particule piégée à une dimension	394
11.6 Les puits de potentiel à deux dimensions et à trois dimensions	398
11.7 Les puits de potentiel de hauteur finie	402
11.8 L'effet tunnel	405
11.9 Le spin et le principe d'exclusion	409
Résumé	413
Questions, exercices et problèmes	414

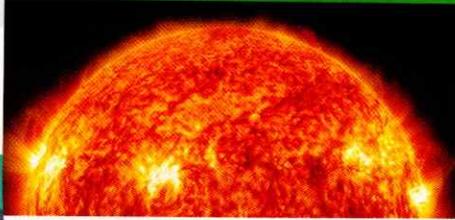
Chapitre 12



La physique atomique	420
12.1 Les raies spectrales	422
12.2 Le modèle de Bohr	425
12.3 La théorie quantique de l'atome d'hydrogène	431
12.4 Les fonctions d'onde de l'atome d'hydrogène	438
12.5 Le spin et la structure fine	443
12.6 L'effet Zeeman	448

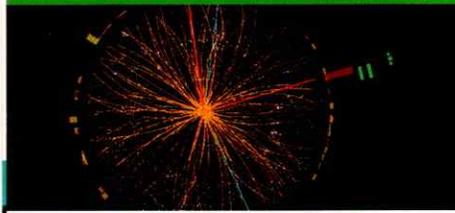
12.7	La structure hyperfine	450
12.8	La résonance magnétique	452
12.9	Les atomes à plusieurs électrons	453
12.10	La lumière d'un laser	458
	Résumé	463
	Questions, exercices et problèmes	464

Chapitre 13



La physique nucléaire	468	
13.1	Les propriétés du noyau	471
13.2	L'énergie de liaison	476
13.3	La radioactivité	479
13.4	La désintégration alpha	486
13.5	La désintégration bêta	489
13.6	La mesure de la dose de rayonnements ionisants	494
13.7	La fission nucléaire	496
13.8	La fusion nucléaire	500
	Résumé	504
	Questions, exercices et problèmes	505

Chapitre 14



Les particules élémentaires	510	
14.1	Un aperçu de la physique des particules	512
14.2	Les particules et les antiparticules	513
14.3	Les particules de matière: les fermions élémentaires	515
14.4	Les interactions: les bosons de jauge	517
14.5	Les diagrammes de Feynman	519
14.6	L'invariance de jauge	522
14.7	L'interaction électromagnétique	525
14.8	La couleur et l'interaction forte	527
14.9	Les hadrons	530
14.10	L'interaction faible	539
14.11	Le mécanisme de Brout-Englert-Higgs	543
14.12	Au-delà du modèle standard	546
	Résumé	547
	Questions, exercices et problèmes	548

Annexes	552	
A	Le système international d'unités	552
B	Les constantes fondamentales	555
C	Les données utiles	556
D	Quelques données astronomiques	560
E	Les formules mathématiques	561
F	Les propriétés des éléments	565
G	Tableau périodique des éléments	567

Réponses aux questions et exercices	568
Index	583

Physique

ONDES, OPTIQUE
ET PHYSIQUE MODERNE

3

Conçu ici
pour les étudiants
d'aujourd'hui

Les trois tomes de cette **collection originale**, testée et éprouvée en classe, mettent en œuvre une approche intégrée de l'enseignement de la physique et sont adaptés à la réalité de l'étudiant d'aujourd'hui.

Actuelle, attrayante et efficace, la facture visuelle des ouvrages facilite la compréhension de la matière.

Les concepts abordés dans les chapitres vont du concret vers l'abstrait et les explications s'appuient sur des exemples réalistes. L'étudiant est guidé dans son apprentissage au moyen de notions théoriques rigoureusement présentées et d'une **stratégie de résolution de problèmes** appliquée dans les nombreux exemples résolus. Ces qualités pédagogiques permettront à l'étudiant de réussir ses cours de physique.

De plus, la collection est accompagnée de ressources exceptionnelles et inédites :

- les **solutionnaires détaillés** des questions, exercices et problèmes ;
- des **problèmes de synthèse** conceptuels qui facilitent l'intégration de la matière vue dans différents chapitres ;
- des **défis animés** qui relient la matière du manuel à de nombreuses simulations interactives en ligne.

Cette collection marque la véritable entrée des manuels de physique dans l'ère numérique, en bénéficiant des multiples et incomparables avantages offerts par la plateforme  Interactif.

René Lafrance détient un doctorat en physique de l'Université McGill. Il est également titulaire d'un baccalauréat et d'une maîtrise en physique de l'Université Laval. Ses recherches ont porté sur la théorie quantique des champs sur réseau et sur la gravité quantique. Elles ont mené à la publication de plusieurs articles scientifiques. René Lafrance a aussi participé à l'édition française du réputé ouvrage d'Halliday, Resnick et Walker, paru chez Chenelière Éducation. Il a été professeur de physique à titre de coopérant à l'Université des sciences et des techniques de Masuku au Gabon. Il enseigne présentement la physique au Collège de Bois-de-Boulogne.

 de boeck

www.deboeck.com

LAFRANCEPHY3

ISBN 978-2-8041-9082-8



9 782804 190828