

Physique



**ONDES, OPTIQUE
ET PHYSIQUE MODERNE**

3

René Lafrance

Avec la collaboration de
Jean Parent



de boeck

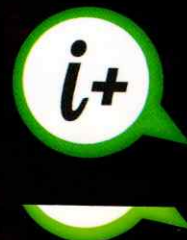


Table des matières

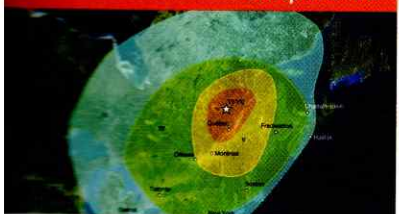
Partie I • Les oscillations et les ondes mécaniques

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 |

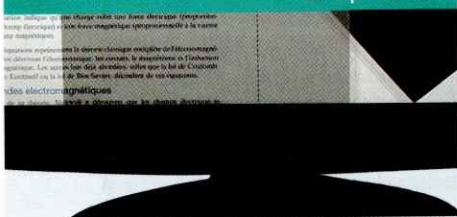
Chapitre 03



| | |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 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

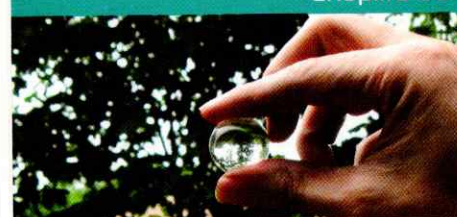
5.7 La polarisation par réflexion 176

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

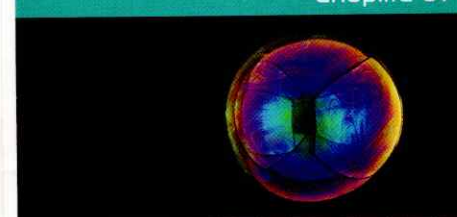
6.6 L'œil 215

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



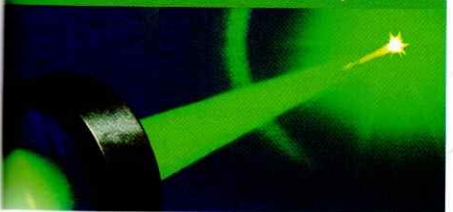
| | |
|------------------------------------------------------|-----|
| La dualité onde-particule | 346 |
| 10.1 La notion de photon | 348 |
| 10.2 Le rayonnement du corps noir | 350 |
| 10.3 L'effet photoélectrique | 354 |
| 10.4 L'effet Compton | 359 |
| 10.5 La dualité onde-particule pour la lumière | 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 |

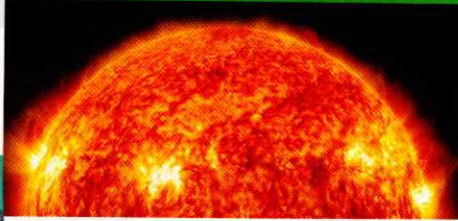
Chapitre 12



| | |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 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 |

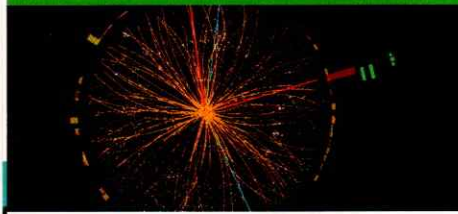
| | | |
|-------|-----------------------------------------|-----|
| 12.7 | La structure hyperfine | 450 |
| 12.8 | La résonance magnétique | 452 |
| 12.9 | Les atomes à plusieurs électrons | 453 |
| 12.10 | La lumière d'un laser | 458 |
| | Résumé | 463 |
| | Questions, exercices et problèmes | 464 |

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