

Premiers cycles • Licence

J.-P. PÉREZ

Optique

Fondements et applications

*avec 220 exercices
et problèmes résolus*

préface
M. Françon

5^e édition

Enseignement
de la
Physique

MASSON 

Table des matières

Avant-propos	xv
Programme d'optique des Classes Préparatoires aux Grandes Écoles	xviii
Programme d'optique des concours ENSI-DEUG A	xix
Constantes physiques, notations et symboles	xx
1. Introduction à l'optique. Notion de rayon lumineux	1
I. — Introduction historique	1
II. — Principe de Huygens	2
III. — Diffraction. Rayon lumineux	4
IV. — Construction de Huygens	5
<i>Exercices et problèmes</i>	6
2. Principe de Fermat et ses conséquences	9
I. — Principe de Fermat	9
II. — Conséquences immédiates	11
II. — Lois de Snell-Descartes	12
IV. — Théorème de Malus-Dupin	16
<i>Exercices et problèmes</i>	17
3. Formation des images en optique géométrique	20
I. — Stigmatisme rigoureux	20
II. — Stigmatisme approché	24
<i>Exercices et problèmes</i>	26
4. Approximation de Gauss : exemple du dioptré sphérique	28
I. — Tracé des rayons dans un dioptré sphérique	28
II. — Dioptré sphérique dans l'approximation de Gauss	29
III. — Vergence d'un dioptré sphérique	31
IV. — Relation de conjugaison dans un dioptré sphérique	32
V. — Matrices fondamentales	33
<i>Exercices et problèmes</i>	35
5. Systèmes centrés : éléments cardinaux	37
I. — Matrice de transfert d'un système centré	37
II. — Vergence	38
III. — Matrice de conjugaison	39
IV. — Éléments cardinaux	41
V. — Détermination des éléments cardinaux	44
<i>Exercices et problèmes</i>	46

6. Systèmes centrés : formules de conjugaison et constructions	48
I. — Relation de conjugaison homographique	48
II. — Formules de Descartes	49
III. — Formules de Newton	50
IV. — Constructions géométriques	52
V. — Discussion graphique	54
VI. — Application au dioptré sphérique	55
<i>Exercices et problèmes</i>	56
7. Œil, instruments d'optique. Pupilles et diaphragmes	58
I. — L'œil	58
II. — Caractéristiques optiques des instruments	62
III. — Diaphragmes et pupilles	63
III. — Résolution	65
<i>Exercices et problèmes</i>	67
8. Lentilles. Application à la loupe	68
I. — Lentilles épaisses	68
II. — Application à la loupe	71
III. — Lentilles minces	72
<i>Exercices et problèmes</i>	75
9. L'aberration chromatique. L'achromatisme. Doublets et oculaires	80
I. — L'aberration chromatique	80
II. — Achromatisme	82
III. — Doublets de lentilles minces	83
IV. — Oculaires	87
<i>Exercices et problèmes</i>	88
10. Aberrations géométriques ou monochromatiques	90
I. — Classification des aberrations géométriques	90
II. — L'aberration sphérique	92
III. — L'aberration de coma	93
IV. — L'astigmatisme et la courbure de champ	94
V. — La distorsion	96
VI. — Polynômes de Zernike	96
<i>Exercices et problèmes</i>	97
11. Association de deux systèmes centrés quelconques. Microscope composé	98
I. — Association de deux systèmes centrés quelconques	98
II. — Le Microscope composé	99
III. — Différents types de microscopes	102
<i>Exercices et problèmes</i>	104
12. Systèmes centrés dioptriques afocaux. Télescope réfracteur	105
I. — Propriétés des instruments afocaux	105
II. — Exemples simples de systèmes afocaux	106
III. — Télescope réfracteur ou lunette astronomique	108
IV. — Lunettes terrestres	112
<i>Exercices et problèmes</i>	113
13. Systèmes catoptriques : miroirs et cavités optiques	116
I. — Rappels sur les miroirs	116
II. — Miroir sphérique dans l'approximation de Gauss	117

III. — Cavités optiques	123
<i>Exercices et problèmes</i>	125
14. Systèmes catadioptriques. Télescope réflecteur	127
I. — Télescope réflecteur	127
II. — Systèmes catadioptriques équivalents à un miroir	133
<i>Exercices et problèmes</i>	137
15. Photométrie. Détecteurs	141
I. — Grandeurs photométriques	141
II. — Conservation de l'étendue optique et de luminance	144
III. — Sources de rayonnement lumineux	147
IV. — Détecteurs de rayonnement lumineux	149
<i>Exercices et problèmes</i>	155
16. L'appareil photographique	158
I. — Description de l'appareil photographique	158
II. — Caractéristiques optiques d'un objectif photographique	159
III. — Résolution. Influence du grain de l'émulsion	162
IV. — Mise au point	162
V. — Éclairement du plan image	164
VI. — Exemples d'objectifs photographiques	165
<i>Exercices et problèmes</i>	167
17. Optique géométrique en milieu non homogène. Fibres optiques	169
I. — Équation iconale	169
II. — Loi fondamentale de l'optique géométrique	170
III. — Conséquences	171
IV. — Trajectoire d'un rayon lumineux	171
V. — Analogie entre l'optique et la mécanique	175
VI. — Fibres optiques et lentilles à gradient d'indice	176
<i>Exercices et problèmes</i>	180
18. Vibrations monochromatiques et quasi monochromatiques	184
I. — Vibrations monochromatiques	184
II. — Addition de vibrations monochromatiques isochrones	185
III. — Vibrations quasi monochromatiques	188
<i>Exercices et problèmes</i>	192
19. Ondes progressives et ondes stationnaires	195
I. — Ondes progressives. Équation de propagation	195
II. — Onde plane et onde sphérique	198
III. — Ondes planes monochromatiques ou ondes harmoniques	199
IV. — Ondes monochromatiques quasi planes	200
V. — Aspect énergétique de la propagation	201
VI. — Ondes stationnaires	203
<i>Exercices et problèmes</i>	207
20. Ondes lumineuses. États de polarisation	210
I. — Propagation de la lumière dans le vide	210
II. — Propagation de la lumière dans un milieu matériel	211
III. — Intensité d'une onde monochromatique plane	213
IV. — Réflexion et réfraction d'une onde monochromatique plane	215
V. — États de polarisation des ondes lumineuses	216

VI. — Production d'une lumière polarisée	222
<i>Exercices et problèmes</i>	226
21. Diffraction : principe de Huygens-Fresnel. Approximation de Fraunhofer	228
I. — Principe de Huygens-Fresnel	229
II. — Diffraction d'une onde par un diaphragme plan	230
III. — Importance physique de l'approximation de Fraunhofer	235
IV. — Diffraction par une ouverture rectangulaire	237
<i>Exercices et problèmes</i>	241
22. Interférence de deux ondes. Cohérence mutuelle	245
I. — Superposition de deux ondes monochromatiques isochrones	245
II. — Cohérence mutuelle	249
III. — Systèmes interférentiels	251
<i>Exercices et problèmes</i>	255
23. Cohérence temporelle et cohérence spatiale	260
I. — Cohérence temporelle	260
II. — Cohérence spatiale	266
<i>Exercices et problèmes</i>	272
24. Franges d'égale inclinaison ou anneaux d'Haidinger	275
I. — Interférence avec une lame mince d'épaisseur constante	275
II. — Influence d'une lame sur une onde	276
III. — Anneaux d'Haidinger	278
IV. — Applications	281
<i>Exercices et problèmes</i>	283
25. Franges d'égale épaisseur ou franges de Fizeau	286
I. — Surface de localisation	286
II. — Franges d'égale épaisseur	287
III. — Applications	290
<i>Exercices et problèmes</i>	293
26. Spectromètre à prisme. Prisme magnétique	295
I. — Étude générale du prisme	295
II. — Spectromètre à prisme	298
III. — Prisme magnétique	301
<i>Exercices et problèmes</i>	303
27. Réseaux plans. Spectromètres à réseaux	305
I. — Définition et réalisation des réseaux	305
II. — Diffraction de Fraunhofer par un réseau de fentes	306
III. — Propriétés des réseaux	311
IV. — Spectromètres à réseaux	312
V. — Différents types de réseaux réels	314
<i>Exercices et problèmes</i>	317
28. Interférence à ondes multiples. Interféromètre de Fabry-Pérot	321
I. — Superposition des ondes multiples issues d'une lame	321
II. — Interféromètre de Fabry et Pérot	323
III. — Filtres interférentiels	326
<i>Exercices et problèmes</i>	327

29. Les lasers. Applications à l'holographie et à l'optique non linéaire	329
I. — Émission de lumière par les atomes	329
II. — Principe de fonctionnement des lasers	330
III. — Différents types de lasers	332
IV. — Propriétés des faisceaux lasers	335
V. — Holographie	337
VI. — Optique non linéaire	340
<i>Exercices et problèmes</i>	343
30. Optique de Fourier	346
I. — Systèmes optiques linéaires	346
II. — Approximation de Fresnel de la diffraction	348
III. — Formation des images en éclairage cohérent	351
IV. — Filtrage des fréquences spatiales en éclairage cohérent	357
V. — Formation des images en éclairage incohérent	361
VI. — Filtrage des fréquences spatiales en éclairage incohérent	369
<i>Exercices et problèmes</i>	372
31. Propagation de la lumière dans les milieux anisotropes	379
I. — Systèmes optiques linéaires	379
II. — Milieux uniaxes	388
III. — Lames cristallines	394
IV. — Biréfringence provoquée	398
IV. — Mesure d'une biréfringence	403
<i>Exercices et problèmes</i>	407
32. Polarisation rotatoire ou polarisation circulaire	409
I. — Mise en évidence expérimentale et lois de Biot	409
II. — Interprétation de la polarisation rotatoire	412
III. — Applications	418
IV. — Polarisation rotatoire en lumière blanche	419
V. — Polarimètres et saccharimètres	421
<i>Exercices et problèmes</i>	424
33. Introduction au traitement numérique des images et à la couleur	425
I. — Différents types de traitement numérique	425
II. — Transformations ponctuelles	426
III. — Transformations locales	429
IV. — Transformations globales	432
V. — Codage et compression	437
VI. — Représentation colorée des images	439
<i>Exercices et problèmes</i>	445
Annexe 1. Rappels mathématiques	447
I. — Diamètres apparents	447
II. — Division harmonique	448
III. — Développements limités au voisinage de zéro	449
IV. — Nombres complexes	450
V. — Matrices	453
VI. — Tabulations de fonctions	455
Annexe 2. Analyse de Fourier	457
I. — Séries de Fourier des fonctions périodiques	457
II. — Transformation de Fourier	461

L'optique en vingt questions 471

Réponses aux questions 472

Solutions des exercices et problèmes 474

Les grands noms de l'optique 589

Bibliographie 592

Index alphabétique 595

Exercices et problèmes

30. Optique de Fourier

I. — Systèmes optiques linéaires 242

II. — Approximation des rayons de Fourier 242

III. — Formation des images en éclairage cohérent 249

IV. — Filtrage des fréquences spatiales en éclairage cohérent 251

V. — Formation des images en éclairage incohérent 251

VI. — Filtrage des fréquences spatiales en éclairage incohérent 252

31. Propagation de la lumière dans les milieux anisotropes

I. — Systèmes optiques linéaires 272

II. — Milieux uniaxes 277

III. — Lames cristallines 277

IV. — Birefringence provoquée 277

V. — Mesure d'une birefringence 277

VI. — Anneaux d'Haidinger 403

VII. — Applications 407

32. Polarisation totale ou polarisation circulaire

I. — Mise en évidence expérimentale et lois de Biot 282

II. — Interprétation de la polarisation totale 282

III. — Applications 282

IV. — Polarisation totale en lumière blanche 287

V. — Polarimètres et saccharimètres 292

33. Introduction au traitement numérique des images et à la conception

I. — Différents types de traitement numérique 292

II. — Transformations ponctuelles 292

III. — Transformations locales 292

IV. — Transformations globales 292

V. — Codage et compression 292

VI. — Représentation colorée des images 292

Annexe 1. Rapports métriques

I. — Diamètres apparents 212

II. — Division harmonique 212

III. — Développement limité au voisinage de zéro 212

IV. — Nombres complexes 212

V. — Matrices 212

VI. — Tabulations de fonctions et de constantes 212

Annexe 2. Analyse de Fourier

I. — Séries de Fourier des fonctions périodiques 232

II. — Transformation de Fourier 232

J.-P. PÉREZ

Optique

Fondements et applications

Avec 220 exercices et problèmes résolus

Ce cours d'optique géométrique et ondulatoire rassemble, en un seul volume, les fondements de l'optique et décrit diverses applications concrètes.

Il est construit en 33 chapitres structurés et illustrés de nombreux exercices et problèmes résolus.

Cet ouvrage fait partie de ceux que l'on acquiert dès le début de ses études et que l'on conserve comme ouvrage de référence.

Il s'adresse aux étudiants qui sont en DEUG Sciences ou en classes préparatoires scientifiques.

Il sera également très utile aux étudiants des licences de physique et aux candidats aux concours d'enseignement.

José-Philippe Pérez est professeur à l'université Paul-Sabatier de Toulouse. Agrégé et docteur ès sciences, il enseigne en DEUG, en licence et en préparation à l'agrégation.

LE COURS DE PHYSIQUE DE J.-P. PÉREZ

Mécanique

avec 250 exercices et problèmes résolus

Électromagnétisme

avec 300 exercices et problèmes résolus

Optique

avec 220 exercices et problèmes résolus

Thermodynamique

avec 175 exercices et problèmes résolus

Relativité

avec 100 exercices et problèmes résolus

ISBN : 2-225-85213-8



9 782225 852138

LEXIS
NUMÉRIQUE



Enseignement
de la
Physique