

Premiers cycles • Licence

JOSÉ-PHILIPPE PÉREZ

Optique

Fondements et applications

*Avec 250 exercices
et problèmes résolus*

6^e édition

MASSON
SCIENCES

DUNOD

Table des matières

Avant-propos	xii
Programme d'optique des classes préparatoires aux grandes écoles	xv
Programme d'optique des concours ENSI-DEUG A	xvii
Constantes physiques, notations et symboles	xix
1. Introduction à l'optique. Notion de rayon lumineux	
I. — Introduction historique	1
II. — Principe d'Huygens	2
III. — Diffraction. Rayon lumineux	4
IV. — Construction d'Huygens	5
<i>Exercices et problèmes</i>	7
2. Principe de Fermat et ses conséquences	
I. — Principe de Fermat	9
II. — Conséquences	11
III. — Lois de Snell-Descartes	11
IV. — Théorème de Malus-Dupin	16
<i>Exercices et problèmes</i>	17
3. Formation des images en optique géométrique	
I. — Image d'un point en optique géométrique	20
II. — Stigmatisme approché. Cas d'un système centré	25
<i>Exercices et problèmes</i>	27
4. Approximation de Gauss : exemple du dioptré sphérique	
I. — Tracé des rayons lumineux dans un dioptré sphérique	29
II. — Dioptré sphérique dans l'approximation de Gauss	31
III. — Vergence d'un dioptré sphérique	32
IV. — Relation de conjugaison d'un dioptré sphérique	33
V. — Matrices de réfraction et de translation	36
<i>Exercices et problèmes</i>	39

5. Éléments cardinaux des systèmes centrés	
I. — Matrice de transfert d'un système centré	40
II. — Vergence	41
III. — Matrice de conjugaison	42
IV. — Éléments cardinaux	44
V. — Détermination des éléments cardinaux	47
<i>Exercices et problèmes</i>	49
6. Formules de conjugaison et constructions	
I. — Relation homographique ou règle $abcd$	50
II. — Formules de Descartes	51
III. — Formules de Newton	52
IV. — Constructions géométriques	54
V. — Discussion graphique	56
VI. — Application au dioptré sphérique	57
<i>Exercices et problèmes</i>	59
7. Œil. Instruments d'optique. Pupilles et diaphragmes	
I. — L'œil	61
II. — Caractéristiques optiques des instruments	66
III. — Diaphragmes et pupilles	68
IV. — Résolution théorique	70
<i>Exercices et problèmes</i>	71
8. Lentilles. Application à la loupe	
I. — Lentilles épaisses	73
II. — Application à la loupe	76
III. — Lentilles minces	77
IV. — Application à la projection sur un écran	80
<i>Exercices et problèmes</i>	82
9. L'aberration chromatique et l'achromatisme. Doublets de lentilles minces	
I. — L'aberration chromatique	86
II. — L'achromatisme	88
III. — Doublets de lentilles minces	89
IV. — Oculaires	93
<i>Exercices et problèmes</i>	95
10. Aberrations géométriques des systèmes centrés	
I. — Classification des aberrations géométriques	96
II. — L'aberration sphérique	97
III. — L'aberration de coma	99
IV. — L'astigmatisme et la courbure de champ	100
V. — Distorsion	102
VI. — Calcul des aberrations	102
<i>Exercices et problèmes</i>	104

11. Association de deux systèmes centrés. Microscope composé

I. — Association de deux systèmes centrés	106
II. — Le microscope composé	107
III. — Différents types de microscopes composés	109
<i>Exercices et problèmes</i>	112

12. Systèmes centrés dioptriques afocaux. Télescope réfracteur

I. — Propriétés des instruments afocaux	113
II. — Exemples simples de systèmes afocaux	114
III. — Télescope réfracteur ou lunette astronomique	116
IV. — Lunettes terrestres	120
<i>Exercices et problèmes</i>	122

13. Miroirs et cavités optiques

I. — Rappels sur les miroirs	124
II. — Miroirs sphériques dans l'approximation de gauss	126
III. — Cavités optiques	132
<i>Exercices et problèmes</i>	134

14. Systèmes catadioptriques. Télescope réflecteur

I. — Télescope réflecteur	137
II. — Systèmes catadioptriques équivalents à un miroir	143
<i>Exercices et problèmes</i>	147

15. Photométrie. Détecteurs

I. — Grandeurs photométriques	151
II. — Conservation de l'étendue optique	154
III. — Sources lumineuses	157
IV. — Détecteurs de rayonnement lumineux	161
<i>Exercices et problèmes</i>	168

16. L'appareil photographique

I. — Description de l'appareil photographique	171
II. — Caractéristiques d'un objectif photographique	173
III. — Résolution et mise au point	175
IV. — Éclairage du plan image	177
V. — Exemples d'objectifs photographiques	178
<i>Exercices et problèmes</i>	180

17. Optique géométrique en milieu non homogène. Fibres optiques

I. — Équation iconale	182
II. — Loi fondamentale de l'optique géométrique	183
III. — Trajectoire courbe d'un rayon lumineux	184
IV. — Analogie entre l'optique et la mécanique	188
V. — Fibres optiques et lentilles à gradient d'indice	189
<i>Exercices et problèmes</i>	194

18. Vibrations monochromatiques. Vibrations quasi monochromatiques	
I. — Vibrations monochromatiques	197
II. — Vibrations quasi monochromatiques	199
III. — Addition de vibrations monochromatiques	202
<i>Exercices et problèmes</i>	206
19. Ondes progressives et ondes stationnaires	
I. — Ondes progressives. Équation de propagation	209
II. — Onde plane et onde sphérique	211
III. — Ondes monochromatiques planes	213
IV. — Ondes monochromatiques quasi planes	213
V. — Aspect énergétique de la propagation	214
VI. — Ondes stationnaires	216
<i>Exercices et problèmes</i>	220
20. Ondes lumineuses. États de polarisation	
I. — Propagation de la lumière dans le vide	223
II. — Propagation de la lumière dans un milieu matériel	224
III. — Intensité d'une onde lumineuse	227
IV. — Réflexion et réfraction d'une onde	228
V. — États de polarisation des ondes lumineuses	231
VI. — Production d'une lumière polarisée	237
<i>Exercices et problèmes</i>	241
21. Diffraction : principe d'Huygens-Fresnel. Approximation de Fraunhofer	
I. — Principe d'Huygens-Fresnel	243
II. — Diffraction de Fraunhofer par un diaphragme plan	245
III. — Importance l'approximation de Fraunhofer	249
IV. — Diffraction par une ouverture rectangulaire	251
V. — Limitation du pouvoir de résolution des instruments	255
<i>Exercices et problèmes</i>	258
22. Interférence de deux ondes. Cohérence mutuelle	
I. — Superposition de deux ondes monochromatiques	261
II. — Cohérence mutuelle	265
III. — Systèmes interférentiels	268
<i>Exercices et problèmes</i>	273
23. Cohérence temporelle et cohérence spatiale	
I. — Longueur et largeur de cohérence	277
II. — Degré de cohérence temporelle	282
III. — Degré de cohérence spatiale	286
<i>Exercices et problèmes</i>	291

24. Franges d'égalé inclinaison ou anneaux d'Haidinger

I. — Interférence avec une lame d'épaisseur constante	295
II. — Anneaux d'Haidinger	298
III. — Applications	302
<i>Exercices et problèmes</i>	305

25. Franges d'égalé épaisseur ou franges de Fizeau

I. — Franges de Fizeau	307
II. — Applications	311
<i>Exercices et problèmes</i>	314

26. Spectromètre à prisme

I. — Étude générale du prisme	316
II. — Spectromètre à prisme	319
III. — Prisme magnétique	322
<i>Exercices et problèmes</i>	324

27. Réseaux plans. Spectromètres à réseaux

I. — Définition et réalisation des réseaux	327
II. — Diffraction de Fraunhofer par un réseau de fentes	328
III. — Propriétés des réseaux	333
IV. — Spectromètres à réseau	334
V. — Différents types de réseaux plans	337
<i>Exercices et problèmes</i>	340

28. Interférence d'ondes multiples. Interféromètre de Fabry-Pérot

I. — Interférence d'ondes multiples issues d'une lame	343
II. — Interféromètre de Fabry-Pérot	346
III. — Filtres interférentiels	349
<i>Exercices et problèmes</i>	350

29. Les lasers. Applications à l'holographie et à l'optique non linéaire

I. — Émission de lumière par les atomes	352
II. — Fonctionnement des lasers	353
III. — Différents types de lasers	355
IV. — Propriétés des faisceaux lasers	357
V. — Holographie	359
VI. — Optique non linéaire	363
<i>Exercices et problèmes</i>	367

30. Optique de Fourier

I. — Systèmes optiques linéaires	370
II. — Approximation de Fresnel de la diffraction	372
III. — Formation des images en éclairage cohérent	378
IV. — Filtrage en éclairage cohérent	384

V. — Formation des images en éclairage incohérent	388
VI. — Filtrage en éclairage incohérent	395
VII. — Application à l'interférométrie	397
<i>Exercices et problèmes</i>	406
31. Faisceaux gaussiens	
I. — Propagation d'un faisceau gaussien	415
II. — Faisceau gaussien et faisceau sphérique	420
III. — Applications	426
<i>Exercices et problèmes</i>	429
32. Propagation de la lumière dans les milieux anisotropes	
I. — Théorie électromagnétique des milieux anisotropes	432
II. — Milieux uniaxes	441
III. — Lames cristallines	447
IV. — Biréfringence provoquée	452
V. — Mesure d'une biréfringence	456
VI. — Production et analyse d'une lumière polarisée	459
<i>Exercices et problèmes</i>	463
33. Polarisation rotatoire ou biréfringence circulaire	
I. — Mise en évidence expérimentale et lois de biot	465
II. — Interprétation de la polarisation rotatoire	468
III. — Applications	474
IV. — Polarisation rotatoire en lumière blanche	475
V. — Polarimètres et saccharimètres	477
<i>Exercices et problèmes</i>	480
34. Introduction au traitement numérique des images et à la couleur	
I. — Différents types de traitement numérique	482
II. — Transformations ponctuelles	483
III. — Transformations locales	486
IV. — Transformations globales	489
V. — Codage et compression	495
VI. — Représentation colorée des images	497
<i>Exercices et problèmes</i>	503
Annexe 1. Rappels mathématiques	505
I. — Rappels de trigonométrie	505
II. — Diamètres apparents	506
III. — Division harmonique	507
IV. — Développements limités au voisinage de zéro	508
V. — Nombres complexes	509
VI. — Matrices	512

VII. — Tabulations de fonctions 514

Annexe 2. Analyse de Fourier 516

 I. — Séries de Fourier de fonctions périodiques 516

 II. — Transformation de Fourier 520

 III. — Extension au cas des distributions 526

L'optique en vingt questions 531

Réponses aux vingt questions 532

Solutions des exercices et problèmes 534

Les grands noms de l'optique 651

Bibliographie 655

Index 657

José-Philippe Pérez



6^e édition

OPTIQUE

Fondements et applications

Avec 250 exercices et problèmes résolus

Cet ouvrage rassemble, en un seul volume, les fondements de l'optique (géométrique et ondulatoire), auxquels ont été ajoutés plusieurs compléments, de nombreux exemples d'illustration ainsi que 250 exercices et problèmes résolus. Il est structuré en 34 chapitres dont les derniers, sur les lasers, l'holographie, l'optique de Fourier, les faisceaux gaussiens et le traitement numérique des images, doivent être considérés comme des actualisations de cette discipline.

Il s'adresse aux étudiants des trois premières années d'études supérieures : DEUG, ENSI-DEUG et licences, ainsi qu'aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles.

En raison de son découpage en leçons structurées, quasi autonomes, de l'accent mis sur le développement des idées et de la place accordée aux instruments d'optique, ce livre devrait également intéresser les candidats aux concours d'enseignement (CAPES, agrégation).

JOSÉ-PHILIPPE PÉREZ est agrégé de physique et docteur-ès-sciences. Professeur à l'université Paul-Sabatier, il enseigne notamment en DEUG, en licence et à l'agrégation. Sa recherche est centrée sur l'optique interférométrique, à l'observatoire Midi-Pyrénées.

Le cours de Physique de José-Philippe Pérez

Mécanique	avec 300 exercices et problèmes résolus
Electromagnétisme	avec 300 exercices et problèmes résolus
Optique	avec 250 exercices et problèmes résolus
Thermodynamique	avec 200 exercices et problèmes résolus
Relativité	avec 150 exercices et problèmes résolus



ISBN 2 10 004890 2
Code 044890

<http://www.dunod.com>

