



Hamid Najib

Exercices et problèmes résolus d'optique

avec rappels de cours et QCM



TABLE DES MATIÈRES

1 DIOPTRE MIROIR PRISME FIBRE OPTIQUE	13
1.1 Indice de réfraction absolu	13
1.2 Chemin optique.....	13
1.3 Principe de Fermat - Rayon lumineux.....	14
1.4 Lois de Snell-Descartes.....	14
1.5 Angle de réfraction limite	15
1.6 Angle d'incidence critique	15
1.7 Réflexion totale	15
1.8 Formules du prisme	15
1.9 Fibre optique	16
1.10 EXERCICES RESOLUS.....	16
Exercice 1.1 : Lois de réfraction et de réflexion	16
Exercice 1.2 : Loi de Gladstone	19
Exercice 1.3 : Incidence de Brewster.....	21
Exercice 1.4 : Angle d'incidence critique - Filtre achromatique	21
Exercice 1.5 : Loi de Cauchy.....	22
Exercice 1.6 : Réfraction de la lumière par une demi-boule	24
Exercice 1.7 : Réfraction de la lumière par un cube	26
Exercice 1.8 : Réfractomètre.....	27
Exercice 1.9 : Disque lumineux au fond d'une cuve	28
Exercice 1.10 : Angle entre deux miroirs.....	29
Exercice 1.11 : Prisme d'angle rectangle.....	30

Exercice 1.12 : Déplacement latéral	32
Exercice 1.13 : Goniomètre	35
Exercice 1.14 : Fibre optique à saut d'indice	36
Exercice 1.15 : Retard de transmission d'une fibre optique	38
2 SYSTEMES OPTIQUES	39
2.1 Système optique centré	39
2.2 Stigmatisme	39
2.3 Approximation de Gauss	39
2.4 Formules du dioptre sphérique	40
2.5 Dioptre plan.....	40
2.6 Miroir sphérique	41
2.7 Miroir plan	41
2.8 EXERCICES RESOLUS	41
Exercice 2.1 : Stigmatisme rigoureux - Stigmatisme approché	41
Exercice 2.2 : Relations de conjugaison du dioptre sphérique.....	44
Exercice 2.3 : Vergence du dioptre sphérique	47
Exercice 2.4 : Grandissement du dioptre sphérique.....	48
Exercice 2.5 : Dioptre sphérique - Taille d'une image.....	50
Exercice 2.6 : Vision à travers une goutte de larme	51
Exercice 2.7 : Stigmatisme du dioptre plan.....	53
Exercice 2.8 : Stigmatisme de la lame à faces parallèles.....	54
Exercice 2.9 : Stigmatisme rigoureux du miroir	56
Exercice 2.10 : Stigmatisme approché du miroir sphérique.....	58
Exercice 2.11 : Miroir sphérique - Position d'une image	59
Exercice 2.12 : Grandissement du miroir sphérique	61
Exercice 2.13 : Miroir du dentiste	62
Exercice 2.14 : Grandissement de deux miroirs en regard	63
Exercice 2.15 : Translation et rotation du miroir plan	64
Exercice 2.16 : Objet placé entre deux miroirs plans	66
3 ASSOCIATION DE SYSTEMES OPTIQUES	69
3.1 Eléments cardinaux d'un système optique centré.....	69
3.2 Formules d'un système centré	69
3.3 Association de deux systèmes centrés.....	70

3.4 Lentille épaisse	71
3.5 Lentille mince	72
3.6 EXERCICES RESOLUS	73
Exercice 3.1 : Eléments cardinaux d'un ballon sphérique.....	73
Exercice 3.2 : Vergence et foyers d'une boule.....	76
Exercice 3.3 : Eléments cardinaux d'une demi-boule.....	78
Exercice 3.4 : Eléments cardinaux d'une lentille épaisse	80
Exercice 3.5 : Foyers d'une lentille épaisse biconcave.....	83
Exercice 3.6 : Association de deux dioptries plan et sphérique	85
Exercice 3.7 : Système catadioptrique - Eléments cardinaux.....	87
Exercice 3.8 : Association de deux miroirs sphériques	90
Exercice 3.9 : Association miroir sphérique miroir plan.....	91
Exercice 3.10 : Lentille épaisse cylindrique.....	93
Exercice 3.11 : Association miroir sphérique lentille plan-convexe	97
Exercice 3.12 : Association lentille épaisse lentille mince	100
Exercice 3.13 : Lentille biconvexe - Eléments cardinaux	102
Exercice 3.14 : Lentille biconcave - Eléments cardinaux.....	104
Exercice 3.15 : Vergence et points principaux d'un ménisque.....	105
Exercice 3.16 : Lentille mince plan-convexe argentée.....	107
Exercice 3.17 : Lentille mince convergente	108
Exercice 3.18 : Lentille mince divergente	109
Exercice 3.19 : Lentille mince plan-convexe	110
Exercice 3.20 : Focométrie - Méthode d'autocollimation.....	112
Exercice 3.21 : Focométrie - Méthode de Bessel	113
Exercice 3.22 : Association lentille mince miroir concave	116
Exercice 3.23 : Système lentille miroir plan - Grandissement	118
Exercice 3.24 : Association cuve lentille et miroir.....	120
Exercice 3.25 : Doublet - Eléments cardinaux.....	122
Exercice 3.26 : Doublet - Aberration chromatique.....	122
Exercice 3.27 : Association de trois lentilles convergentes	125
Exercice 3.28 : Association prisme lentille mince.....	126

4 VISION INSTRUMENT D'OPTIQUE129

4.1 Punctum proximum - Punctum remotum.....	129
4.2 Amplitude dioptrique d'accommodation.....	130
4.3 Défauts de l'oeil.....	130

4.4 Grandeurs caractéristiques d'un instrument	130
4.5 Grossissement d'un instrument d'optique	130
4.6 Grossissement commercial	130
4.7 Puissance d'un instrument d'optique	131
4.8 Puissance intrinsèque.....	131
4.9 EXERCICES RESOLUS	131
Exercice 4.1 : OEil de point de vue optique	131
Exercice 4.2 : Vergence et amplitude dioptrique de l'oeil	134
Exercice 4.3 : OEil presbyte.....	135
Exercice 4.4 : OEil myope	135
Exercice 4.5 : Hypermétropie.....	137
Exercice 4.6 : Latitude de mise au point d'un instrument	137
Exercice 4.7 : Rétroviseur de voiture	139
Exercice 4.8 : Loupe - Caractéristique.....	141
Exercice 4.9 : Loupe de Stanhope.....	142
Exercice 4.10 : Loupe - Latitude de mise au point	143
Exercice 4.11 : Oculaire - Eléments cardinaux.....	145
Exercice 4.12 : Microscope - Grandissement et grossissement.....	147
Exercice 4.13 : Endoscope.....	150
Exercice 4.14 : Télescope de Cassegrain	151
Exercice 4.15 : Télescope de Newton	153
Exercice 4.16 : Lunette de Galilée.....	155
Exercice 4.17 : Téléobjectif.....	155
Exercice 4.18 : Lunette astronomique	157

5 INTERFERENCES LUMINEUSES A DEUX ONDES159

5.1 Onde plane progressive monochromatique	159
5.2 Intensité d'une OPPM	159
5.3 Interférences lumineuses.....	160
5.4 Conditions d'interférences	160
5.5 Intensité résultante - Différence de marche optique.....	160
5.6 Ordre d'interférence	161
5.7 Contraste des franges.....	161
5.8 Dispositif des trous d'Young	161
5.9 lame à faces parallèles.....	162

5.10 EXERCICES RESOLUS	162
Exercice 5.1 : Onde électromagnétique	162
Exercice 5.2 : Champ électrique d'un Laser	166
Exercice 5.3 : Composition de vibrations.....	168
Exercice 5.4 : Superposition de deux ondes lumineuses	172
Exercice 5.5 : Division du front d'onde.....	174
Exercice 5.6 : Fentes d'Young.....	178
Exercice 5.7 : Déplacement de la source.....	181
Exercice 5.8 : Mesure d'indice	182
Exercice 5.9 : Frange achromatique	184
Exercice 5.10 : Spectre continu.....	186
Exercice 5.11 : Mesure de longueur d'onde	187
Exercice 5.12 : Mesure de distance stellaire.....	190
Exercice 5.13 : Interférences à trois fentes d'Young.....	192
Exercice 5.14 : Trous d'Young - Franges circulaires	194
Exercice 5.15 : Interférences par trois sources ponctuelles	197
Exercice 5.16 : Miroir de Lloyd	200
Exercice 5.17 : Miroirs de Fresnel	202
Exercice 5.18 : Biprisme de Fresnel.....	206
Exercice 5.19 : Bilentille de Billet.....	209
Exercice 5.20 : Lentilles de Meslin.....	211
Exercice 5.21 : Interférences par division d'amplitude	213
Exercice 5.22 : Excédent fractionnaire	215
Exercice 5.23 : lame prismatique.....	217
Exercice 5.24 : lame coin d'air	218
Exercice 5.25 : Dispositif de Newton	219
Exercice 5.26 : Défilement des anneaux de Newton	221
Exercice 5.27 : Interféromètre de Michelson en lame d'air.....	224
Exercice 5.28 : Interféromètre de Michelson en coin d'air.....	229
Exercice 5.29 : Interféromètre de Michelson - Source ponctuelle	231
Exercice 5.30 : Longueur de cohérence	232

6 INTERFERENCES A ONDES MULTIPLES239

6.1 Interféromètre de Fabry-Pérot	239
6.2 Intensité résultante.....	240
6.3 Coefficient de finesse	240

6.4 EXERCICES RESOLUS	241
Exercice 6.1 : Pouvoir de résolution d'une lame	241
Exercice 6.2 : Facteur de réflexion.....	244
Exercice 6.3 : Rayon angulaire	246
Exercice 6.4 : Etalon de Fabry-Pérot	248
Exercice 6.5 : Coefficient de finesse.....	250
Exercice 6.6 : Couche antireflet	252
Exercice 6.7 : Interféromètre à séparatrice et miroir plan.....	255
Exercice 6.8 : Cavité à miroirs sphériques.....	259
Exercice 6.9 : Filtre interférentiel	261
7 DIFFRACTION DE TYPE FRAUNHOFER	265
7.1 Principe de Huygens-Fresnel	265
7.2 Amplitude diffractée - Intensité	266
7.3 Diffraction par une ouverture rectangulaire	266
7.4 Diffraction par une fente.....	267
7.5 EXERCICES RESOLUS	268
Exercice 7.1 : Diffraction par une ouverture rectangulaire.....	268
Exercice 7.2 : Diffraction par une fente fine	270
Exercice 7.3 : Diffraction par les fentes d'Young	273
Exercice 7.4 : Diffraction par un réseau plan	277
Exercice 7.5 : Diffraction par un trou circulaire	280
8 POLARISATION BIREFRINGENCE	283
8.1 Etats de polarisation d'une OPPM	283
8.2 Polariseur - Analyseur	285
8.3 Biréfringence.....	286
8.4 EXERCICES RESOLUS	287
Exercice 8.1 : Etats de polarisation d'une onde lumineuse.....	287
Exercice 8.2 : Polariseur	289
Exercice 8.3 : Décomposition d'une onde polarisée.....	289
Exercice 8.4 : Analyseur	290
Exercice 8.5 : Lamme demi-onde	291

9 QUESTIONS A CHOIX MULTIPLE	295
9.1 QCM optique géométrique et instrumentale	295
9.2 QCM optique ondulatoire	298
9.3 Réponses optique géométrique et instrumentale	301
9.4 Réponses optique ondulatoire	301
10 FORMULAIRE DE MATHEMATIQUES	303
10.1 Trigonométrie	303
10.2 Loi des sinus - Loi d'Al-Kashi	304
10.3 Développement en série entière	304
10.4 Transformée de Fourier	304
REFERENCES DES EXERCICES	305
BIBLIOGRAPHIE	309
INDEX	311