

TABLE DES MATIERES

Avant propos.....	3
Avertissement sur les notations utilisées.....	4

Partie A : POLARISATION DE LA LUMIERE

CHAPITRE I : Initiation à la polarisation : réfringence et biréfringence

1. Approche de la polarisation de la lumière.....	9
1.1. Lumière naturelle-Lumière polarisée	9
1.2. Rôle du polariseur et loi de Malus.....	11
1.3. Propagation de la lumière - Définitions.....	14
1.4. Polarisation par réflexion - Incidence de Brewster	15
2. Réfringence d'un milieu isotrope.....	18
2.1. Construction de Huygens du rayon réfracté	18
2.2. Compatibilité avec la deuxième loi de Descartes.....	19
2.3. Autre construction possible.....	19
3. Biréfringence d'un milieu uniaxe	19
3.1. Etude d'un cristal uniaxe.....	20
3.2. Recherche des rayons réfractés dans un cristal biréfringent uniaxe.....	23
3.3. Représentation dans l'espace des surfaces d'onde.....	27

CHAPITRE II : Analyse des vibrations polarisées

1. lame biréfringente uniaxe	28
1.1. Recherche expérimentale des lignes neutres de la lame.....	28
1.2. Etude de la vibration émergente.....	29
1.3. Lames biréfringentes particulières	31
2. Interférences en lumière polarisée	33
2.1. Enoncé du problème.....	34
2.2. Résolution.....	34
2.3. Expérience d'interférences en lumière polarisée.....	37
3. Polariseurs provenant de cristaux biréfringents	39
3.1. Le polariseur « Nicol ».....	39
3.2. Le bi-prisme « Wollaston ».....	40
3.3. Le polariseur « Glan-Taylor ».....	44

CHAPITRE III : Polarisation artificielle et polarisation rotatoire

1. Biréfringence artificielle	45
1.1. Action d'un champ électrique	45
1.2. Action d'un champ magnétique.....	48
1.3. Action mécanique.....	48
1.4. Fabrication des polariseurs.....	49
2. Polarisation rotatoire	50
2.1. Présentation de la polarisation rotatoire	50
2.2. Les trois premières lois de Biot.....	52
2.3. Quatrième et cinquième loi de Biot.....	53
2.4. Structure microscopique des milieux optiquement actifs.....	56
2.5. Polarisation rotatoire magnétique : effet Faraday.....	57

Exercices corrigés sur la polarisation

1. Loi de Malus.....	59
2. Incidence Brewstérienne	60
3. Angle de Brewster.....	61
4. Interférences en lumière polarisée.....	62

5.	Compensateur de Babinet.....	63
6.	Filtre biréfringent	66

Partie B : LES LASERS

CHAPITRE IV : Présentation des lasers

1.	Introduction.....	69
1.1.	Historique.....	69
1.2.	Propriétés de la source laser	69
1.3.	Description de plusieurs types de laser	72
1.4.	Bilan des caractéristiques des principaux lasers.....	77
2.	Interaction matière-rayonnement	78
2.1.	Niveaux d'énergie	78
2.2.	Emission spontanée d'un photon	79
2.3.	Absorption d'un photon.....	80
2.4.	Emission stimulée d'un photon	81
2.5.	Résumé imagé des trois processus	82
3.	Amplification de lumière-Pompage.....	82
3.1.	Amplification de lumière.....	83
3.2.	Pompage.....	83

CHAPITRE V : Etude de la cavité laser

1.	Cavité et modes.....	87
1.1.	Résonateur optique.....	87
1.2.	Condition de stabilité de la cavité	89
1.3.	Cavités particulières	90
1.4.	Distance entre les deux miroirs d'une cavité stable	91
2.	Interféromètre de Fabry-Pérot.....	93
2.1.	Etude de l'amplitude en sortie de cavité.....	93
2.2.	Etude de l'intensité lumineuse.....	94
2.3.	Analyse de la fonction d'Airy	95
3.	Applications du Fabry-Pérot	98
3.1.	Intervalle spectral libre.....	98
3.2.	Filtre interférentiel.....	100
3.3.	Transformation d'un laser multimode en laser monomode.....	101
3.4.	Analyse spectrale des modes longitudinaux d'un laser.....	102

CHAPITRE VI : Analyse d'un faisceau laser

1.	Ondes planes, sphériques et gaussiennes	104
1.1.	Onde plane.....	104
1.2.	Onde sphérique.....	105
1.3.	Onde sphérique gaussienne	106
2.	Caractéristiques d'un faisceau gaussien.....	108
2.1.	Rayon de courbure de l'onde.....	108
2.2.	Diamètre du faisceau gaussien	110
2.3.	Divergence du faisceau	111
3.	Caractéristiques du waist de la cavité laser.....	115
3.1.	Convention de signe	115
3.2.	Position du waist	116
3.3.	Dimension du waist.....	118

CHAPITRE VII : Transformation d'un faisceau gaussien par un système optique

1.	Traversée d'une lentille mince convergente.....	119
----	---	-----

1.1. Hypothèses	119
1.2. Conjugaison optique entre le waist objet et le waist image.....	120
2. Transmission à travers un système afocal.....	123
2.1. Conjugaison à travers un système afocal.....	124
2.2. Dimension du waist image	125
2.3. Divergence du faisceau image.....	125
3. Transmission à travers un filtre spatial	126
3.1. Transmission du faisceau	126
3.2. Dimension du diaphragme.....	126
4. Transmission à travers une surface rugueuse : le speckle.....	127
4.1. Granularité ou speckle.....	127
4.2. Mise en évidence du speckle	127
4.3. Exploitation de l'expérience.....	128
4.4. Analyse de déformations par interférométrie speckle	130

CHAPITRE VIII : Applications des lasers et sécurité

1. Applications des lasers.....	133
1.1. Alignement et guidage.....	133
1.2. Communications optiques.....	134
1.3. Codage et stockage de l'information : l'holographie	135
1.4. Ecriture et lecture d'informations.....	135
1.5. Soudage, perçage, découpe	138
1.6. Applications médicales.....	138
2. Métrologie LASER	140
2.1. Mesures de faibles déplacements	140
2.2. Mesures de distances	140
2.3. Mesures de vitesses linéaires.....	142
2.4. Mesures de vitesses angulaires.....	142
2.5. Mesures de pollution atmosphérique LIDAR.....	143
3. Sécurité laser	144
3.1. Classifications des risques (source IREPA).....	144
3.2. Protections contre le rayonnement	145

Exercices corrigés sur les lasers

1. Fabrication d'un filtre spatial.....	147
2. Etude de niveaux d'énergie.....	148
3. Cohérence temporelle d'un laser.....	150
4. Interféromètre Fabry-Pérot.....	153
5. Couplage d'un faisceau laser avec une fibre optique.....	155

Partie C : LES FIBRES OPTIQUES

CHAPITRE IX : Propagation de la lumière dans une fibre optique

1. Propagation de la lumière.....	157
1.1. Principe de la propagation de la lumière dans une fibre optique.....	157
1.2. Fibres à saut d'indice.....	160
1.3. Fibres à gradient d'indice	162
1.4. Fibres monomodes et fibres multimodes.....	164
2. Théorie de l'électromagnétisme appliquée aux fibres monomodes.....	165
2.1. Nécessité de cette théorie	165
2.2. Modèle du guide d'onde plan.....	165
2.3. Condition de monomodalité d'une fibre optique.....	169
2.4. Diamètre de mode d'une fibre monomode.....	171

CHAPITRE X : L'atténuation et sa mesure dans une fibre optique

1. Qu'est-ce qu'une atténuation ?.....	173
1.1. Définition	173
1.2. Calcul de l'atténuation linéique.....	173
1.3. Exemple.....	174
2. Causes de l'atténuation	174
2.1. Pertes ou diffusion de Rayleigh.....	175
2.2. Pertes par absorption	176
2.3. Pertes aux courbures.....	177
2.4. Pertes aux raccordements	177
3. Dispersion de la lumière dans les fibres optiques	179
3.1. Dispersion temporelle.....	179
3.2. Dispersion modale.....	182
3.3. Dispersion chromatique.....	183
4. Mesure de l'atténuation.....	184
4.1. Méthode de la puissance transmise	184
4.2. Mesure par rétrodiffusion	184
4.3. Etude d'une courbe de rétrodiffusion.....	186

CHAPITRE XI : Fabrication et applications des fibres optiques

1. Fabrication des fibres optiques.....	191
1.1. Que faut-il fabriquer ?.....	191
1.2. Fabrication des fibres composites	191
1.3. Fabrication des fibres en silice	193
1.4. Contrôle du profil d'indice de la fibre fabriquée.....	195
2. Fibres optiques plastiques (FOP)	198
2.1. Comparaison des caractéristiques avec les fibres silice	198
2.2. Avantages des fibres plastiques.....	199
3. Application des fibres optiques.....	199
3.1. Domaines d'utilisation des fibres optiques.....	200
3.2. Récapitulatif des diverses applications.....	204
4. Notions d'optique intégrée.....	204
4.1. Guides d'onde intégrés.....	204
4.2. Commutateur et modulateur	205
4.3. Multiplexage en longueurs d'onde	206
4.4. Répéteur optique.....	206
5. L'amplification optique.....	207
5.1. Généralités.....	207
5.2. Installation d'amplification optique	207
5.3. Comparaison avec les répéteurs	208
5.4. Perspectives d'avenir.....	208

Exercices corrigés sur les fibres optiques

1. Profil d'indice.....	209
2. Elargissement temporel d'une impulsion	210
3. Couplage direct d'une diode à une fibre optique.....	211
4. Bilan énergétique d'une liaison à fibre optique.....	213
5. Intervention chirurgicale avec fibre optique.....	214
6. Analyse de courbes de réflectométrie.....	215

Index alphabétique	218
--------------------------	-----

Bibliographie	220
---------------------	-----