

TABLE DES SUJETS

CHAPITRE 1 – MOUVEMENT HARMONIQUE SIMPLE

1.1	Introduction	1
1.2	Phénomènes périodiques	2
1.2.1	Analyse mathématique d'un mouvement périodique	3
1.3	Vibrations harmoniques	11
1.3.1	MHS: Système modèle masse-ressort	11
1.3.2	Systèmes physiques oscillants	20
1.3.3	Ressort dans un champ de gravité uniforme	31
1.3.4	Ressort inerte	33
1.4	Exercices	34

CHAPITRE 2 – MOUVEMENT HARMONIQUE AMORTI MOUVEMENT HARMONIQUE ENTRETENU

2.1	Introduction	43
2.2	Système en vibration harmonique amorti	44
2.2.1	Observations préliminaires: causes de l'amortissement	44
2.2.2	Amortissement des vibrations mécaniques	46
2.3	Vibration harmonique entretenue	54
2.4	Exercices	63

CHAPITRE 3 – SUPERPOSITION DE VIBRATIONS

3.1	Introduction	67
3.2	Principe de superposition	67
3.3	Composition de vibrations	69
3.4	Exercices	80

CHAPITRE 4 – MOUVEMENT ONDULATOIRE

4.1	Introduction	83
4.2	Onde	84
4.3	Ondes progressives – Propriétés des ondes	92
4.3.1	Fonction d'onde générale	92
4.3.2	Fonction d'onde harmonique – Propriétés générales	95
4.4	Équation d'onde	102
4.4.1	Équation d'onde: modèle de la corde élastique	102
4.4.2	Équation d'onde générale	105
4.4.3	Vitesse de l'onde transversale dans une corde élastique	106
4.5	Ondes progressives dans divers milieux	108
4.6	Puissance transmise dans une onde	112
4.7	Réflexion et transmission d'une onde progressive	115
4.8	Exercices	120

CHAPITRE 5 – ONDES ACOUSTIQUES ONDES STATIONNAIRES

5.1	Introduction	125
5.2	Onde acoustique	126
5.3	Niveau acoustique	133
5.4	Effet Doppler	136
5.5	Interférence spatiale	142
5.5.1	Ondes stationnaires	144
5.6	Exercices	156

CHAPITRE 6 – ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

6.1	Introduction	161
6.2	Rappel des lois de l'électromagnétisme	163
6.2.1	Équations de Maxwell	163
6.2.2	Charge oscillante	164
6.2.3	Dipôle oscillant	167
6.3	Propriétés de l'onde électromagnétique	175
6.3.1	Énergie	175
6.3.2	Intensité	177
6.3.3	Pression de radiation	178
6.4	Spectre des ondes électromagnétiques	182
6.4.1	Description des mécanismes de production	182
6.5	Effet Doppler dans le cas de la lumière	186
6.6	Exercices	190

CHAPITRE 7 – OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

7.1	Modèles de la lumière	193
7.2	Principe de Huygens	194
7.3	Réflexion et réfraction	196
7.3.1	Loi de la réflexion	196

7.3.2	Loi de la réfraction	199
7.3.3	Propagation dans un milieu d'indice variable	201
7.3.4	Réflexion totale interne	203
7.4	Principe de Fermat	204
7.5	Formation des images	208
7.5.1	Principe de formation des images	208
7.5.2	Miroir plan	210
7.5.3	Prisme	212
7.5.4	Miroir sphérique	217
7.5.5	Dioptré	225
7.5.6	Lentille mince	233
7.6	Dispersion et diffusion	246
7.7	Exercices	249

CHAPITRE 8 – INSTRUMENTS D'OPTIQUE

8.1	Aberrations	259
8.1.1	Introduction	259
8.1.2	Aberration sphérique	259
8.1.3	Coma	261
8.1.4	Astigmatisme	261
8.1.5	Courbure de champ	263
8.1.6	Distorsion	263
8.1.7	Aberration chromatique	264
8.2	L'œil	268
8.2.1	Description optique de l'œil	268
8.2.2	Défauts de l'œil et corrections	274
8.3	Loupe	283
8.4	Microscope	287
8.5	Lunettes	291
8.5.1	Lunette astronomique	291
8.5.2	Lunette terrestre	293
8.6	Télescope à réflexion	296
8.7	Appareil photographique	296
8.8	Projecteur à diapositives	303
8.9	Caméra et cinéprojecteur	303
8.10	Exercices	306

CHAPITRE 9 – OPTIQUE ONDULATOIRE

9.1	Interférence	313
9.1.1	Introduction	313
9.1.2	Deux sources ponctuelles (Expérience de Young)	317
9.1.3	N sources	326
9.2	Réseau	334
9.3	Diffraction	342

9.3.1	Fente unique: diffraction	345
9.3.2	Plusieurs fentes de largeur finie: interférence et diffraction	352
9.3.3	Diffraction par une ouverture circulaire et pouvoir de résolution	357
9.3.4	Diffraction des rayons X	360
9.4	Interférométrie	362
9.4.1	Introduction	362
9.4.2	Lames minces	362
9.4.3	Coins d'air et anneaux de Newton	369
9.4.4	Interféromètre de Michelson	372
9.5	Polarisation	374
9.6	Holographie	381
9.7	Exercices	382

CHAPITRE 10 – RELATIVITÉ

10.1	Relativité newtonienne	389
10.1.1	Introduction	389
10.1.2	Transformations de Galilée	390
10.2	Inexactitude des transformations de Galilée	396
10.2.1	Vitesse limite	396
10.2.2	Expérience de Michelson – Morley	396
10.3	Postulats de la relativité restreinte	400
10.4	Transformations de Lorentz	401
10.4.1	Introduction	401
10.4.2	Transformation des vitesses	406
10.4.3	Dilatation du temps	410
10.4.4	Contraction des longueurs	414
10.4.5	Simultanéité	416
10.4.6	Effet Doppler relativiste	417
10.5	Diagramme de Brehme	421
10.5.1	Introduction	421
10.5.2	Diagramme de Brehme et dilatation du temps	425
10.5.3	Diagramme de Brehme et contraction des longueurs	426
10.6	Quantité de mouvement, masse et énergie	427
10.6.1	Quantité de mouvement et masse relativiste	427
10.6.2	Équivalence masse-énergie	430
10.7	Relativité générale	434
10.7.1	Principe d'équivalence	434
10.7.2	Vérifications expérimentales	436
10.7.3	Ondes gravitationnelles	443
10.7.4	Les trous noirs	443
10.8	Exercices	444

CHAPITRE 11 – PHYSIQUE QUANTIQUE

11.1	Aspect corpusculaire de la radiation	451
11.1.1	Introduction	451
11.1.2	Corpuscule	451
11.1.3	Effet photoélectrique	458
11.1.4	Effet Compton	463
11.1.5	Effet de matérialisation: création de paire	468
11.2	Modèles atomiques	469
11.2.1	Modèle de Thomson	469
11.2.2	Modèle de Rutherford	470
11.2.3	Modèle de Bohr	471
11.3	Dualité onde-corpuscule	477
11.3.1	Mécanique ondulatoire	477
11.3.2	Principe d'incertitude	480
11.3.3	Équation de Schrödinger	482
11.3.4	Modèle quantique de l'atome	486
11.3.5	Microscope électronique	492
11.4	Rayons X	493
11.5	Laser	501
11.6	Exercices	506

CHAPITRE 12 – PHYSIQUE NUCLÉAIRE

12.1	Introduction	515
12.2	Noyau atomique: propriétés – structure	518
12.3	Transmutations	528
12.3.1	Désintégration radioactive naturelle	528
12.3.2	Taux de désintégration – Demi-vie	537
12.3.3	Réactions nucléaires	544
12.4	Technologie nucléaire	554
12.4.1	Fission – Réaction en chaîne	554
12.4.2	Description schématique d'un réacteur nucléaire	558
12.4.3	Fusion	562
12.5	Effets des radiations	567
12.6	Exercices	571

RÉPONSES AUX EXERCICES

ANNEXES	593
A – Notions mathématiques	595
B – Formules de dérivée et d'intégrale	604
C – Symboles et constantes	606

INDEX

619