

Table des matières

Introduction	1
1 Electrostatique	7
1.1 Potentiel et énergie électrostatiques	7
1.2 Théorème de Gauss	10
1.3 Densités de charge	11
1.4 Notion de capacité	12
1.5 Capacité linéique d'une ligne de transmission	14
1.5.1 Ligne bifilaire (App.)	14
1.5.2 Câble coaxial (App.)	17
1.6 Exercices	18
1.6.1 Dipôle électrostatique	18
1.6.2 Sphère de densité radiale	19
1.6.3 Plan infini de densité surfacique	21
1.6.4 Condensateur plan	22
2 Magnétostatique	23
2.1 Densité de courant électrique	23
2.2 Potentiel et énergie magnétiques	24
2.3 Théorème d'Ampère	27
2.4 Notion d'inductance	29
2.5 Inductance linéique d'une ligne de transmission	31
2.5.1 Ligne bifilaire (App.)	31
2.5.2 Câble coaxial (App.)	33
2.6 Exercices	35
2.6.1 Champ au centre d'un conducteur polygonal	35
2.6.2 Système de bobines de Helmholtz	37
2.6.3 Inductance propre d'un solénoïde	38
2.6.4 Particule dans un champ magnétique	39
3 Electromagnétisme	41
3.1 Induction électromagnétique	41
3.2 Conservation de l'électricité	44
3.3 Equations de Maxwell	45
3.4 Milieux matériels	47
3.5 Energie et puissance électromagnétiques	47
3.6 Invariance de jauge	49
3.7 Phénoménologie du courant électrique	51
3.7.1 Loi d'Ohm (App.)	51
3.7.2 Courants de Foucault (App.)	56
3.8 Exercices	58

3.8.1	Expérience de J.J. Thomson	58
3.8.2	Effet Hall	60
3.8.3	Générateur de courant alternatif	61
3.8.4	Solution type du champ électromagnétique	62
4	Ondes électromagnétiques	65
4.1	Equations de propagation des champs	66
4.2	Solutions de l'équation de d'Alembert	67
4.3	Propriétés de l'onde électromagnétique plane	68
4.4	Vitesse de propagation de l'énergie électromagnétique	73
4.5	Système d'ondes stationnaires	74
4.6	Le spectre électromagnétique	75
4.7	Production et réception des ondes électromagnétiques	77
4.7.1	Rayonnement d'une antenne (App.)	77
4.7.2	Effet de peau (App.)	83
4.8	Exercices	87
4.8.1	Polarisation circulaire	87
4.8.2	Interférences d'ondes électromagnétiques	88
4.8.3	Cavité résonnante	90
4.8.4	Potentiel scalaire de Lienard-Wiechert	91
4.8.5	Champs produits par une particule libre	92
5	Lignes de transmission	95
5.1	Modélisation électrique	95
5.2	Equations des télégraphistes	96
5.3	Impédance caractéristique	97
5.4	Coefficients de réflexion	98
5.5	Adaptation d'impédance	99
5.6	Ondes de tension et de courant avec amortissement	102
5.6.1	Ondes stationnaires sur une ligne (App.)	102
5.6.2	Ligne de transmission avec pertes (App.)	105
5.7	Exercices	108
5.7.1	Câble de télévision	108
5.7.2	Etude d'une ligne par ses pertes	109
5.7.3	Coefficient de réflexion énergétique	111
5.7.4	Connexion de deux lignes de transmission	111
6	Fibres optiques	115
6.1	Relations de continuité des champs	115
6.2	Notion de rayon lumineux	115
6.3	Réflexion et réfraction de la lumière	117
6.4	Principe d'une fibre optique	119
6.5	Ouverture numérique	121
6.6	Guide d'onde et dispersion	122
6.6.1	Propagation guidée des ondes électromagnétiques (App.)	122
6.6.2	Dispersion dans une fibre optique (App.)	125
6.7	Exercices	127
6.7.1	Lame à faces parallèles	127
6.7.2	Arc-en-ciel	128
6.7.3	Ondes électromagnétiques dans la ionosphère	129

6.7.4	Fibre optique saut d'indice	131
A	Quelques constantes physiques	133
B	Formalisme vectoriel	135
C	Coordonnées curvilignes	139
	Références	143
	Index	145