

Table des matières

A	Rappels mathématiques	1
A.1	Formes différentielles	1
A.2	Outils mathématiques	3
A.3	Systèmes de coordonnées	7
A.4	Compléments sur les opérateurs	9
A.5	Résolution de l'équation de Bessel	10
A.6	Quelques notions sur l'analyse de Fourier	12
B	Electromagnétisme hors système MKSA	15
I	Théorie électromagnétique dans le vide	17
1	Electromagnétisme & équations de Maxwell	19
1.1	Distributions de charge et de courant	19
1.2	Equations de Maxwell dans le vide	22
1.3	Potentiels en électromagnétisme	24
1.4	Champ électromagnétique	28
1.5	Régimes particuliers de l'électromagnétisme	34
1.6	Invariances et symétries du champ électromagnétique	35
1.7	Relations de continuité du champ électromagnétique	40
2	Electrostatique	45
2.1	Loi de Coulomb, champs et potentiels en électrostatique	46
2.2	Théorème de Gauss et équations de l'électrostatique	53
2.3	Méthodes de calcul en électrostatique	55
2.4	Aspects énergétiques liés à l'électrostatique	59
2.5	Dipôles électrostatiques	65
3	Magnétostatique	75
3.1	Action du champ magnétique	76
3.2	Loi de Biot et Savart	79
3.3	Théorème d'Ampère et équations de la magnétostatique	82
3.4	Méthodes de calcul en magnétostatique	85
3.5	Travail mécanique des forces de Laplace	86

3.6	Dipôles magnétiques	88
4	Induction électromagnétique	95
4.1	Force électromagnétique d'induction	95
4.2	Théorie de l'induction électromagnétique	96
4.3	Auto-induction et induction mutuelle	104
4.4	Energie magnétique	107
4.5	Les courants de Foucault	111
C	Illustrations des Chapitres 1 à 4	115
C.1	Exemples de l'action d'un champ électrique	115
C.2	Exemples de l'action d'un champ magnétique	119
C.3	Champ magnétique terrestre	126
C.4	Exemples d'application de l'induction électromagnétique	127
D	Compléments des Chapitres 1 à 4	133
D.1	Détermination des équations de Maxwell à l'aide du principe de moindre action	133
D.2	Electromagnétisme et changements de référentiel galiléen	137
D.3	Résolution des équations de Maxwell	140
D.4	Magnétostatique et charges isolées	144
D.5	Variation du flux à travers un circuit en mouvement	145
II	Modélisation de la matière	149
5	Milieux diélectriques	151
5.1	Sources microscopiques de la polarisation en régime statique	152
5.2	Etude macroscopique de la polarisation en régime statique	155
5.3	Susceptibilité électrique	169
5.4	Polarisation en régime variable	172
5.5	Aspects énergétiques des milieux diélectriques : le travail de polarisation	183
6	Milieux conducteurs	185
6.1	Conducteurs en équilibre électrostatique	185
6.2	Propriétés de l'espace entre conducteurs à l'équilibre électrostatique	189
6.3	Capacités et aspects énergétiques	193
6.4	Quelques éléments d'électrocinétique	195
7	Milieux magnétiques	199
7.1	Sources microscopiques de l'aimantation en régime statique	200
7.2	Etude macroscopique de l'aimantation en régime statique	202
7.3	Les divers types de milieu magnétiques	210
7.4	Aimantation en régime variable	222
7.5	Aspects énergétiques des milieux magnétiques : le travail d'aimantation	223
8	Electrodynamique dans les milieux	225

8.1	Equations de Maxwell	225
8.2	Une nouvelle forme pour u et \vec{R} à partir des charges libres	227
8.3	Energie et quantité de mouvement du champ	228
E	Compléments des Chapitres 5 à 8	231
E.1	Réponse d'un milieu à une excitation selon sa géométrie	231
E.2	Relations de Kramers-Kronig	233
E.3	Complément sur l'énergie associée aux milieux diélectriques	234
E.4	Complément sur l'énergie associée aux milieux magnétiques	239
E.5	Complément d'électrodynamique dans les milieux	241
III	Interaction lumière-matière	245
9	Systèmes rayonnants	247
9.1	Rayonnement dipolaire électrique	248
9.2	Rayonnement dipolaire magnétique	260
9.3	Rayonnement d'une antenne	263
G	Compléments des Chapitres 9 à 11	273
G.1	Diffusion de Mie	273
G.2	Rayonnement d'une distribution quelconque	274
G.3	Quelques développements théoriques pour la modélisation des antennes	276