

# TABLE DES MATIERES

<b>CHAPITRE I : FONDEMENTS DE L'ELECTROMAGNETISME .....</b>	<b>1</b>
<b>A. Cours .....</b>	<b>1</b>
1. Sources de champ électromagnétique .....	1
2. Interactions fondamentales.....	7
3. Lois fondamentales de l'électrostatique.....	8
4. Champ électrostatique en présence de milieux diélectriques.....	16
5. Lois fondamentales de la magnétostatique .....	19
6. Induction électromagnétique.....	26
7. Champ magnétostatique en présence de milieux aimantés.....	28
<b>B. Applications.....</b>	<b>31</b>
1 – Distribution volumique de charges .....	31
2 – Tube à rayons cathodiques .....	31
3 – Loi de Coulomb obtenue à partir du théorème de Gauss .....	32
4 – Modèle simplifié de l'atome (Théorème de Gauss).....	33
5 – Loi de Biot et Savart et force magnétique.....	36
6 – Champ magnétique créé par un fil cylindrique infiniment long parcouru par un courant.....	38
7 – F.é.m. induite dans un conducteur en mouvement.....	39
<b>C. Enoncés des exercices du chapitre I.....</b>	<b>41</b>
<b>D. Solutions des exercices du chapitre I.....</b>	<b>43</b>
I.1 – Distribution surfacique de charges .....	43
I.2 – Lignes de champ d'un dipôle électrique .....	43
I.3 – Théorème de Gauss en électrostatique.....	46
I.4 – Champ magnétique créé par une boucle circulaire.....	49
I.5 – Potentiel vecteur $\vec{A}$ créé par un fil rectiligne très long .....	50
I.6 – Champ magnétique créé par un solénoïde infini .....	52

<b>CHAPITRE II : EQUATIONS DE MAXWELL .....</b>	<b>54</b>
<b>A. Cours .....</b>	<b>54</b>
1. Courant de déplacement de Maxwell .....	55
2. Conservation de la charge .....	58
3. Equation de Maxwell-Ampère .....	60
4. Equations de Maxwell dans le vide.....	62
5. Equation d'onde .....	66
6. Potentiels – Jauge de Lorenz.....	67
7. Potentiels retardés .....	71
<b>B. Applications.....</b>	<b>74</b>
1 – Détection des ondes électromagnétiques .....	74
2 –Equations de Maxwell.....	75
3 – Equations de Maxwell en notation complexe .....	76
4 – Courant de déplacement dans un circuit RC série .....	77
5 – Densités de courants de conduction et de déplacement .....	80
6 – Courants $I_C$ et $I_D$ dans un condensateur plan .....	81
<b>C. Enoncés des exercices du chapitre II .....</b>	<b>83</b>
<b>D. Solutions des exercices du chapitre II .....</b>	<b>86</b>
II.1 – Equations de Maxwell et onde électromagnétique.....	86
II.2 – Equations de Maxwell dans un milieu diélectrique.....	88
II.3 – Courant de déplacement dans un circuit RC parallèle.....	89
II.4 – Courant de déplacement dans un solénoïde.....	92
II.5 – Courants de déplacement et de conduction .....	93
II.6 – Equations de Maxwell et loi de Faraday de l'induction.....	94

**CHAPITRE III : ONDES ELECTROMAGNETIQUES PLANES**

<b>DANS LE VIDE.....</b>	<b>98</b>
<b>A. Cours .....</b>	<b>98</b>
1. Généralités .....	98
2. Spectre électromagnétique.....	100
3. Equation d'onde électromagnétique .....	117
4. Onde électromagnétique plane progressive sinusoïdale .....	118
5. Polarisation .....	126
6. Propagation de l'onde électromagnétique et le vecteur de Poynting .....	132
<b>B. Applications.....</b>	<b>144</b>
1 – Equation d'onde à une dimension .....	144
2 – Champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ d'une onde plane.....	145
3 – Caractéristiques d'une onde électromagnétique plane.....	146
4 – Conditions de jauge de Lorenz.....	148
5 – Vecteur de Poynting et vitesse d'énergie d'une OPPM .....	149
6 – Décomposition d'une onde à polarisation rectiligne.....	152
<b>C. Enoncés des exercices du chapitre III .....</b>	<b>155</b>
<b>D. Solutions des exercices du chapitre III.....</b>	<b>158</b>
III.1 – Champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ d'une onde électromagnétique.....	158
III.2 – Equation d'onde à trois dimensions .....	160
III.3 – Caractéristiques d'une onde plane sinusoïdale OPPM.....	161
III.4 – Champs et énergie d'une onde OPPM .....	164
III.5 – OPPM en notation complexe .....	165
III.6 – Vecteur de Poynting et pression de radiation.....	168
III.7 – Ondes polarisées circulairement.....	170
III.8 – Différents états de polarisation.....	172

---

<b>CHAPITRE IV : OSCILLATIONS ELECTROMAGNETIQUES ET ORIGINE DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES .....</b>	<b>177</b>
<b>A. Cours .....</b>	<b>177</b>
1. Circuit oscillant électromagnétique.....	177
2. Oscillations électriques forcées .....	184
3. Production d’ondes électromagnétiques – Circuits oscillants ouverts .....	189
4. Vérification expérimentale des ondes électromagnétiques .....	193
5. Rayonnement dipolaire électrique.....	195
<b>B. Applications.....</b>	<b>203</b>
1 – Oscillations naturelles d’un circuit LC.....	203
2 – Circuit LC avec bobine à noyau amovible .....	204
3 – Circuit d’accord d’un émetteur radio.....	204
4 – Détection des ondes électromagnétiques .....	205
5 – Rayonnement d’un dipôle électrique .....	206
<b>C. Enoncés des exercices du chapitre IV.....</b>	<b>207</b>
<b>D. Solutions des exercices du chapitre IV .....</b>	<b>209</b>
IV.1 – Oscillations d’un circuit RLC .....	209
IV.2 – Antenne d’émission d’une station de radio .....	210
IV.3 – Puissance moyenne dissipée dans un circuit RLC.....	210
IV.4 – Oscillations de la charge Q d’un circuit RLC.....	212

**CHAPITRE V : ONDES ELECTROMAGNETIQUES PLANES**

<b>DANS LA MATIERE .....</b>	<b>213</b>
<b>A. Cours .....</b>	<b>213</b>
1. Ondes électromagnétiques et matière.....	214
2. Ondes électromagnétiques dans les conducteurs .....	216
3. Ondes électromagnétiques dans les diélectriques .....	233
4. Ondes électromagnétiques dans les milieux magnétiques .....	277
5. Ondes électromagnétiques dans les plasmas.....	286
6. Equations de Maxwell dans la matière.....	291
<b>B. Applications.....</b>	<b>294</b>
1 – Fréquence plasma du cuivre.....	294
2 – Propagation à travers l'ionosphère .....	295
3 – Propagation dans le polystyrène.....	296
4 – Charges liées, polarisation et champ électrique induit.....	298
5 – Propagation dans un milieu conducteur .....	300
<b>C. Enoncés des exercices du chapitre V .....</b>	<b>304</b>
<b>D. Solutions des exercices du chapitre V.....</b>	<b>306</b>
V.1 – Propagation dans un milieu diélectrique .....	306
V.2 – Propagation dans différents conducteurs.....	307
V.3 – Propagation dans l'aluminium .....	308
V.3 – Propagation dans l'eau de mer .....	309
V.5 – Propagation dans un sol humide.....	311
V.6 – Onde plane dans un milieu diélectrique .....	314

<b>CHAPITRE VI : REFLEXION ET TRANSMISSION DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES PLANES .....</b>	<b>317</b>
<b>A. Cours .....</b>	<b>317</b>
1. Conditions aux limites.....	318
2. Réflexion et réfraction des ondes planes aux interfaces .....	319
3. Réflexion et transmission de l'énergie dans les milieux diélectriques.....	327
4. Réflexion sur une surface métallique.....	343
5. Réfraction dans un milieu conducteur.....	346
<b>B. Applications.....</b>	<b>350</b>
1 – Puissance dissipée dans un bon conducteur.....	350
2 – Amplitudes des champs $\vec{E}$ et $\vec{H}$ réfléchis et transmis.....	350
3 – Coefficients de Fresnel.....	352
4 – Réflexion et transmission d'une onde plane normalement incidente sur la surface d'un diélectrique.....	356
5 – Réflexion et transmission d'une onde plane normalement incidente sur la surface d'un bloc de cuivre.....	358
<b>C. Enoncés des exercices du chapitre VI.....</b>	<b>360</b>
<b>D. Solutions des exercices du chapitre VI.....</b>	<b>363</b>
VI.1 – Propagation et indice de réfraction complexe.....	363
VI.2 – Coefficients de Fresnel à incidence oblique .....	270
VI.3 – Couche mince antireflet .....	363
VI.4 – Réflexion de rayons X sur une surface métallique .....	369
VI.5 – Angle d'incidence de Brewster.....	370
VI.6 – Réflexion et transmission dans un diélectrique.....	372
<b>INDEX.....</b>	<b>377</b>