



Table des matières

I

Électrostatique

1	Interaction électrique	5
1.1	Interaction électrique	6
1.2	Charge électrique	7
1.2.1	Origine de la charge électrique	7
1.2.2	Quantification de la charge	8
1.2.3	Conservation de la charge	9
1.3	Isolants et conducteurs	10
1.4	Méthodes d'électrisation	10
1.4.1	Électrisation par frottement	10
1.4.2	Électrisation par contact	11
1.4.3	Électrisation par induction (influence)	11
1.5	Loi de Coulomb	13
1.6	Principe de superposition	15
1.7	À retenir	19
1.8	Exercices	20
1.9	Solutions	21

2	Champ et potentiel électriques	27
2.1	Champ électrique	28
2.1.1	Notion de champ électrique	28
2.1.2	Champ électrique créé par des charges ponctuelles	29
2.1.3	Champ électrique créé par une distribution continue de charge	31
2.1.4	Lignes de Champ	40
2.2	Théorème de Gauss	44
2.2.1	Flux électrique	44
2.2.2	Le théorème de Gauss	49
2.3	Potentiel électrique	55
2.3.1	Notion de potentiel électrique	55
2.3.2	Potentiel électrique créé par des charges ponctuelles	56
2.3.3	Potentiel électrique d'une distribution continue	57
2.3.4	Surfaces équipotentiels	61
2.3.5	Relation entre champ et potentiel électriques	62
2.4	Énergie potentielle et énergie interne d'un système de charges ponctuelles	66
2.4.1	Énergie potentielle	66
2.4.2	Énergie interne	66
2.5	Application : dipôle électrique	69
2.5.1	Potentiel et champ créés par un dipôle électrique	70
2.5.2	Dipôle placé dans un champ électrique uniforme	73
2.6	À retenir	77
2.7	Exercices	79
2.8	Solutions	85
3	Conducteurs en équilibre	109
3.1	Conducteur en équilibre électrostatique	110
3.1.1	Définition	110
3.1.2	Propriétés des conducteurs en équilibre	110
3.1.3	Conducteur avec cavité	119
3.1.4	Capacité d'un conducteur isolé	120
3.1.5	Énergie électrostatique emmagasinée dans un conducteur isolé	122
3.1.6	Conducteur placé dans un champ électrique externe	122
3.2	Systèmes de conducteurs en équilibre	123
3.2.1	Théorème des éléments correspondants	123
3.2.2	Influence électrostatique entre conducteurs	124
3.3	Condensateur	124
3.3.1	Capacité d'un condensateur	124
3.3.2	Énergie électrostatique emmagasinée dans un condensateur	130
3.3.3	Association de condensateurs	130

3.4 À retenir	135
3.5 Exercices	137
3.6 Solutions	139

II

Électrocinétique

4 Conduction électrique	153
4.1 Courant électrique	154
4.1.1 Origine du courant électrique	154
4.1.2 Sens conventionnel du courant électrique	155
4.1.3 Intensité du courant électrique	156
4.2 Densité de courant	158
4.2.1 Ligne et tube de courant	158
4.2.2 Vecteur densité de courant	159
4.2.3 Cas particuliers	161
4.3 Mécanisme de conduction	162
4.4 Résistance électrique - Loi d'Ohm	166
4.4.1 Résistance électrique	166
4.4.2 Loi d'Ohm	169
4.4.3 Association de résistances électriques	170
4.5 Effet de la température	172
4.6 Puissance électrique	174
4.6.1 Puissance fournie	174
4.6.2 Puissance dissipée - Effet Joule	177
4.7 À retenir	178
4.8 Exercices	180
4.9 Solutions	185
5 Circuits électriques	186
5.1 Circuit électrique	186
5.2 Générateur	186
5.2.1 Force électromotrice	186
5.2.2 Bilan énergétique	189
5.2.3 Rendement d'un générateur	190
5.2.4 Association de générateurs	191
5.3 Récepteur	193
5.3.1 Force contre-électromotrice	193
5.3.2 Différence de potentiel aux bornes d'un récepteur	194
5.3.3 Bilan énergétique d'un récepteur	195
5.3.4 Rendement d'un récepteur	196

5.4	Loi de Kirchhoff	197
5.4.1	Éléments	197
5.4.2	Loi des mailles	197
5.4.3	Loi des nœuds	198
5.5	Circuit RC	202
5.5.1	Charge du condensateur	202
5.5.2	Décharge du condensateur	208
5.6	À retenir	211
5.7	Exercices	213
5.8	Solutions	216

III Magnétisme

6	Magnétostatique	231
6.1	Introduction	232
6.1.1	Découverte du magnétisme	232
6.1.2	Pôles nord et sud d'un aimant	232
6.1.3	La Terre est un grand aimant	233
6.1.4	Monopole magnétique	233
6.2	Champ magnétique	238
6.2.1	Lignes de champ magnétique	238
6.2.2	Force de Lorentz	239
6.2.3	Mouvement d'une charge dans un champ magnétique uniforme	243
6.2.4	Applications	244
6.3	Action d'une force magnétique sur un conducteur parcouru par un courant	244
6.3.1	Force de Laplace	248
6.3.2	Moment de force sur une boucle de courant	253
6.3.3	Effet Hall	255
6.4	Champ magnétique créé par un courant	255
6.4.1	Loi de Biot-Savart	257
6.4.2	Interaction entre deux fils conducteurs parallèles	258
6.5	Théorème d'Ampère	260
6.6	À retenir	262
6.7	Exercices	265
6.8	Solutions	

Annexes

A	Systèmes de coordonnées, vecteur déplacement et gradient	273
A.1	Détermination des vecteurs de base	273
A.2	Vecteur déplacement	274
A.3	Gradient	275
B	Démonstration du théorème de Gauss	277
B.1	Angle solide	277
B.2	Théorème de Gauss	278
C	Produit vectoriel	281
D	Code couleur des résistances	283
	Lexique français – arabe	285
	Bibliographie	289
	Index	291