

mini Manuel

Électro- magnétisme

Électrostatique
Magnétostatique

2^e édition

→ L1 / L2

→ IUT

Michel Henry
Abdelhadi Kassiba



Cours +
Exos
corrigés

DUNOD

Table des matières

1	Généralités sur les propriétés électriques de la matière	1
1.1	Charges électriques	1
	Les deux types de charges électriques	1
	Charges électriques élémentaires	3
	Neutralité électrique d'un corps	4
1.2	Propriétés électriques de la matière	4
	Électrisation d'un corps	4
	Matériaux conducteurs et isolants	7
	Conservation de la charge électrique	7
1.3	Densité de charges électriques	8
	Distributions continues de charges avec une densité volumique ρ	8
	Distributions continues de charges avec une densité surfacique σ	10
	Distributions continues de charges avec une densité linéique λ	11
1.4	Loi de Coulomb	12
	Loi de Coulomb	12
	Principe de superposition	14
	Points-clés	16
	Exercices	16
	Solutions	19
2	Champ et potentiel électrostatiques	25
2.1	Champ et potentiel électrostatiques créés par une charge ponctuelle	25
	Champ électrique d'une charge ponctuelle	25

Potentiel électrostatique créé par une charge ponctuelle	28
Relations entre champ et potentiel électrostatiques	30
Surfaces équipotentiellles	34
Généralisation pour un ensemble de charges ponctuelles : principe de superposition	35
2.2 Propriétés de symétrie	42
Principe de Curie	42
Définition des opérations de symétrie	42
2.3 Champ et potentiel électrostatiques créés par une distribution continue de charges	51
Champ et potentiel créés par un fil chargé	51
Champ et potentiel créés par un disque chargé	60
Cas d'un plan infini chargé en surface	64
Champ et potentiel créés par une distribution volumique de charges	67
Points-clés	69
Exercices	70
Solutions	74
3 Théorème de Gauss	83
3.1 Flux du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle	83
Flux d'un champ de vecteur $\vec{A}$	83
Flux du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle	87
3.2 Théorème de Gauss	92
Flux du champ électrostatique créé par une distribution de charges	92
Théorème de Gauss	95
Intérêt et utilisation du théorème de Gauss	96

3.3 Applications du théorème de Gauss	97
Champ et potentiel électrostatiques créés par une sphère chargée	97
Champ et potentiel électrostatiques créés par un cylindre chargé	103
Champ et potentiel électrostatiques créés par un fil infini chargé	111
Champ et potentiel électrostatiques créés par un plan infini chargé	113
Champ et potentiel électrostatiques créés par deux plans parallèles portant des charges opposées	118
Points-clés	121
Exercices	122
Solutions	125
4 Le champ magnétique	130
4.1 Les sources de champ magnétique	130
Les aimants : sources de champ magnétique	130
La boussole et les pôles (magnétiques) d'un aimant	130
Action magnétique entre deux aimants	131
Le courant électrique : source de champ magnétique	133
Origine du champ magnétique créé par la matière	133
4.2 Les forces magnétiques	134
La force de Laplace	134
La force de Lorentz	137
Lien entre Force de Laplace et Force de Lorentz	137
4.3 Le vecteur champ magnétique	141
Direction et sens du vecteur champ magnétique	141
Mesure du champ magnétique	141
Unité et ordre de grandeurs	146

Points-clés	146
Exercices	147
Solutions	149
5 Champ magnétique créé par des courants	154
5.1 Loi de Biot et Savart	154
Champ magnétique créé par un conducteur filiforme parcouru par un courant	154
Généralisation de la loi de Biot et Savart	156
5.2 Propriétés de symétrie du champ magnétique	157
5.3 Champ magnétique créé par un courant circulant dans un fil rectiligne	160
Position du problème	160
Champ élémentaire créé par un élément de courant $I d\ell$ situé au point P	162
Expression du champ magnétique pour un fil fini	164
Cas du fil infini	164
5.4 Cas de la spire circulaire et des bobines parcourues par un courant	165
Champ magnétique créé par une spire circulaire	165
Champ magnétique créé par une bobine plate	172
Champ magnétique créé par une bobine longue ou solénoïde	175
Points-clés	180
Exercices	181
Solutions	183
6 Théorème d'Ampère	
Propriétés du champ magnétique	189
6.1 Théorème d'Ampère	189
Circulation sur un contour fermé du champ magnétique créé par un fil infini parcouru par un courant	189

Généralisation : théorème d'Ampère	191
Intérêt et utilisation du théorème d'Ampère	193
6.2 Exemples d'application du théorème d'Ampère	194
Cas du fil infini parcouru par un courant	194
Cas du solénoïde infini	196
6.3 Flux du champ magnétique	199
Flux magnétique	199
Flux magnétique à travers une surface fermée	200
Points-clés	201
Exercices	202
Solutions	206
 Index	 214