mini

# Manuel d'Électro-magnétisme

CAMPUS LMD

## Électrostatique
## Magnétostatique

Michel Henry
Abdelhadi Kassiba

→ L1/L2
→ IUT

Cours + Exos corrigés

537-65.1

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 $\rho$ 8

Distributions continues de charges avec une densité surfacique $\sigma$ 10

Distributions continues de charges avec une densité linéique $\lambda$ 11

**1.4 Loi de Coulomb** 12

Loi de Coulomb 12

Principe de superposition 14

**Points-clés** 16

**Exercices** 16

**Solutions** 20

**2 Champ et potentiel électrostatiques** 26

**2.1 Champ et potentiel électrostatiques créés par une charge ponctuelle** 26

Champ électrique d'une charge ponctuelle 26

Potentiel électrostatique créé par une charge ponctuelle 29
Relations entre champ et potentiel électrostatiques 31
Surfaces équipotentielles 34
Généralisation pour un ensemble de charges ponctuelles : principe de superposition 35

**2.2 Propriétés de symétrie 41**
Principe de Curie 41
Définition des opérations de symétrie 41

**2.3 Champ et potentiel électrostatiques créés par une distribution continue de charges 50**
Champ et potentiel créés par un fil chargé 50
Champ et potentiel créés par un disque chargé 59
Cas d'un plan infini chargé uniformément en surface 63
Champ et potentiel créés par une distribution volumique de charges 66

**Points-clés 68**
**Exercices 69**
**Solutions 72**

**3 Théorème de Gauss 81**

**3.1 Flux du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle 81**
Flux d'un champ de vecteur $\vec{A}$ 81
Flux du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle 85

**3.2 Théorème de Gauss 90**
Flux du champ électrostatique créé par une distribution de charges 90
Théorème de Gauss 93
Intérêt et utilisation du théorème de Gauss 94

**3.3 Applications du théorème de Gauss** 95
Champ et potentiel électrostatiques créés par une sphère chargée 95
Champ et potentiel électrostatiques créés par un cylindre chargé uniformément 101
Champ et potentiel électrostatiques créés par un fil infini chargé uniformément 109
Champ et potentiel électrostatiques créés par un plan infini chargé uniformément 111
Champ et potentiel électrostatiques créés par deux plans parallèles portant des charges opposées 116
**Points-clés** 119
**Exercices** 120
**Solutions** 123

**4 Le champ magnétique** 128
**4.1 Les sources de champ magnétique** 128
Les aimants : sources de champ magnétique 128
La boussole et les pôles (magnétiques) d'un aimant 128
Action magnétique entre deux aimants 129
Le courant électrique : source de champ magnétique 131
Origine du champ magnétique créé par la matière 131
**4.2 Les forces magnétiques** 132
La force de Laplace 132
La force de Lorentz 135
Lien entre Force de Laplace et Force de Lorentz 135
**4.3 Le vecteur champ magnétique** 138
Direction et sens du vecteur champ magnétique 138
Mesure du champ magnétique 139
Unité et ordre de grandeurs 144

**Points-clés** 144
**Exercices** 145
**Solutions** 146

**5 Champ magnétique créé par des courants** 149
**5.1 Loi de Biot et Savart** 149
Champ magnétique créé par un conducteur filiforme parcouru par un courant 149
Généralisation de la loi de Biot et Savart 151
**5.2 Propriétés de symétrie du champ magnétique** 152
**5.3 Champ magnétique créé par un courant circulant dans un fil rectiligne** 155
Position du problème 155
Champ élémentaire créé par un élément de courant $Idl$ situé au point $P$ 157
Expression du champ magnétique pour un fil fini 159
Cas du fil infini 159
**5.4 Cas de la spire circulaire et des bobines parcourues par un courant** 160
Champ magnétique créé par une spire circulaire 160
Champ magnétique créé par une bobine plate 167
Champ magnétique créé par une bobine longue ou solénoïde 170
**Points-clés** 175
**Exercices** 176
**Solutions** 178

**6 Théorème d'Ampère Propriétés du champ magnétique** 184
**6.1 Théorème d'Ampère** 184
Circulation sur un contour fermé du champ magnétique créé par un fil infini parcouru par un courant 184

Généralisation : théorème d'Ampère 186
Intérêt et utilisation du théorème d'Ampère 188
**6.2 Exemples d'application du théorème d'Ampère 189**
Cas du fil infini parcouru par un courant 189
Cas du solénoïde infini 191
**6.3 Flux du champ magnétique 194**
Flux magnétique 194
Flux magnétique à travers une surface fermée 195
**Points-clés 196**
**Exercices 197**
**Solutions 201**

**Index 210**