

BELIN **sup**

Physique

Cours



Électrostatique et magnétostatique

Michel SAINT-JEAN
Janine BRUNEAUX • Jean MATRICON

DEUG
LICENCE

Sommaire

1. Un peu d'histoire...	7
2. Électrostatique dans le vide : loi de Coulomb	11
Charges électriques et distributions de charges	12
Forces entre charges électriques statiques	15
Le champ électrostatique dans le vide	19
Le potentiel électrostatique dans le vide	21
Lignes de champ et surfaces équipotentielles	26
Applications de ces définitions à quelques exemples	28
3. Propriétés du champ électrostatique	33
Propriétés associées au caractère radial du champ électrostatique	34
Propriétés associées à la dépendance en $1/r^2$ de l'intensité du champ électrostatique	35
Propriétés de symétrie du champ électrostatique	39
Exemple d'utilisation des propriétés du champ électrostatique	42
Calcul du champ électrostatique créé par des distributions de charges de symétrie élevée	44
Méthode générale	49
4. Équations de Laplace et de Poisson	51
Équations de Poisson et de Laplace	52
Exemple d'utilisation de l'équation locale	54
Complément : Théorème de la valeur moyenne sur une sphère	60
5. Dipôles et multipôles électriques	63
Ensemble de deux charges électriques de même grandeur et de signes opposés	64
Notion de développement multipolaire	68
Exemple de distributions multipolaires	71
6. Conducteurs à l'équilibre	75
Définition d'un conducteur	76
Conducteur à l'équilibre	77
Capacité d'un conducteur unique isolé	79
Phénomènes d'influence	80
Ensemble de conducteurs à l'équilibre	83
Condensateurs et groupement de condensateurs	84
Champ et potentiel à l'extérieur d'un système de conducteurs à l'équilibre	89
7. Électrostatique dans les milieux isolants	95
Polarisation de la matière	96

Champ électrique, potentiel et charges de polarisation dans les isolants	101
Systèmes présentant une polarisation permanente	104
Systèmes présentant une polarisation induite : les diélectriques	109
Le vecteur déplacement $\vec{D}$	112
Capacité et diélectrique	115
Compléments : notion de champ local	117
 8. Énergie électrostatique	 121
Énergie électrostatique d'un système de charges ponctuelles	122
Énergie électrostatique associée à une distribution continue de charges	123
Énergie associée à un ensemble de conducteurs à l'équilibre	126
Forces et moments de forces	129
 9. Le champ magnétostatique	 137
Force magnétique entre fils rectilignes infinis	138
Notion de champ magnétique	140
Propriétés locales du champ magnétique	146
Exemples de calcul du champ magnétique créé par différentes distributions de courants	151
 10. Le potentiel vecteur	 159
Potentiel vecteur et champ magnétique	160
Potentiel vecteur associé à des courants continus	162
Exemples de potentiels vecteurs	165
 11. L'induction magnétique	 173
Mise en évidence expérimentale de l'induction	174
Force électromagnétique induite et courant induit	176
Interprétations de la loi de Faraday	178
Définition et propriétés locales du champ électrique	181
Notion d'inductance	182
Exemples d'applications de phénomènes d'induction	187
 12. Magnétisme dans la matière	 191
Aimantation de la matière	192
Champ magnétique et courants d'aimantation dans la matière	199
Le champ auxiliaire $\vec{H}$	201
Complément : ferromagnétisme	204
 13. L'énergie magnétique	 213
Énergie magnétique emmagasinée dans une boucle de courant	214
Expression de l'énergie en fonction des champs $\vec{B}$ et $\vec{H}$	218
Expression de l'énergie en fonction des inductances	220
Forces et moments de forces	222

14. Applications du magnétisme	229
Étude de quelques circuits magnétiques.....	230
Les transformateurs.....	233
Les moteurs électriques.....	236

A. Éléments d'analyse vectorielle	245
Les systèmes de coordonnées.....	245
Orientation de l'espace.....	248
Produit de vecteurs.....	249
Vecteur gradient.....	250
Flux et divergence d'un champ de vecteurs.....	252
Circulation et rotationnel d'un champ de vecteurs.....	257
Le laplacien.....	264
Théorème de Green-Ostrogradsky.....	264
Théorème de Stokes.....	266
Quelques relations à connaître en algèbre vectorielle.....	268
Quelques formules utiles.....	268
Définition de l'angle solide.....	270

Réponses aux exercices	271
-------------------------------------	-----