
Electrostatique et magnétostatique

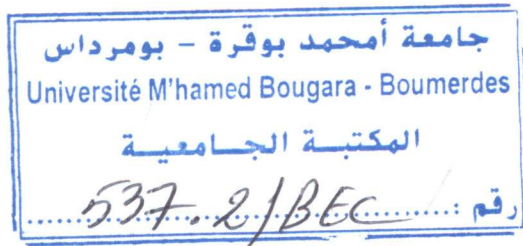
Tamer Bécherrawy

 **hermes**

Lavoisier

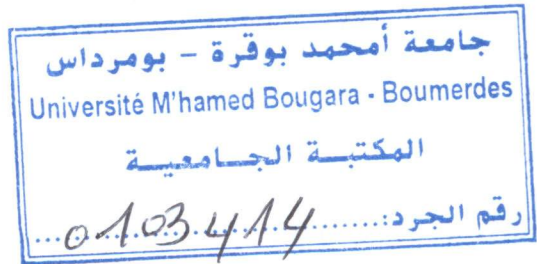


Electrostatique et magnétostatique



0267

Tamer Bécherrawy



hermes
Science
— publications —

Lavoisier

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	11
Chapitre 1. Charges, force et énergie électriques.	13
1.1. Introduction.	13
1.2. Forces électriques, loi de Coulomb	14
1.3. Action d'un système de charges sur une charge d'essai.	17
1.4. Quantification et conservation de la charge électrique	21
1.5. Electrification, isolants et conducteurs.	21
1.6. Énergie potentielle électrique	24
1.7. Charges électriques et constituants de la matière.	28
1.8. Les interactions dans la Nature	31
1.9. Résumé	32
1.10. Conseils pour résoudre les exercices	33
1.11. Questions de réflexion.	35
1.12. Exercices	36
Chapitre 2. Champ et potentiel électrostatiques	39
2.1. Notion de champ et de potentiel électriques.	39
2.2. Calcul du champ à partir du potentiel électrostatique	43
2.3. Calcul du potentiel à partir du champ électrostatique	44
2.4. Propriétés mathématiques de la circulation d'un champ conservatif	46
2.5. Surfaces équipotentielles	48
2.6. Invariances	49
2.7. Symétries du champ électrique	52
2.8. Notion de flux et loi de Gauss sous la forme intégrée	55
2.9. Champ et potentiel d'un dipôle électrique.	58

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	11
Chapitre 1. Charges, force et énergie électriques.	13
1.1. Introduction.	13
1.2. Forces électriques, loi de Coulomb	14
1.3. Action d'un système de charges sur une charge d'essai.	17
1.4. Quantification et conservation de la charge électrique	21
1.5. Electrification, isolants et conducteurs	21
1.6. Énergie potentielle électrique	24
1.7. Charges électriques et constituants de la matière.	28
1.8. Les interactions dans la Nature	31
1.9. Résumé	32
1.10. Conseils pour résoudre les exercices	33
1.11. Questions de réflexion.	35
1.12. Exercices	36
Chapitre 2. Champ et potentiel électrostatiques	39
2.1. Notion de champ et de potentiel électriques.	39
2.2. Calcul du champ à partir du potentiel électrostatique	43
2.3. Calcul du potentiel à partir du champ électrostatique	44
2.4. Propriétés mathématiques de la circulation d'un champ conservatif	46
2.5. Surfaces équipotentiels	48
2.6. Invariances	49
2.7. Symétries du champ électrique	52
2.8. Notion de flux et loi de Gauss sous la forme intégrée	55
2.9. Champ et potentiel d'un dipôle électrique.	58

6 Electrostatique et magnétostatique

2.10. Champ et potentiel d'un anneau, d'un disque et d'un plan chargés . .	61
2.11. Champ et potentiel d'une tige mince et d'un cylindre chargés	66
2.12. Champ et potentiel d'une couche sphérique et d'une boule chargées	69
2.13. Interaction à distance et interaction par l'intermédiaire d'un champ.	75
2.14. Résumé	77
2.15. Conseils pour résoudre les exercices	78
2.16. Questions de réflexion.	79
2.17. Exercices	82

Chapitre 3. Champ et potentiel : approfondissement et applications 87

3.1. Formes locales des équations du champ et du potentiel dans le vide . .	87
3.2. Singularités et discontinuités du champ et du potentiel	92
3.3. Action d'un champ électrique sur un dipôle et une distribution de charges	97
3.4. Energie électrostatique d'un système de charges.	100
3.5. Stabilité des configurations de charges.	105
3.6. Energie électrostatique des cristaux ioniques	106
3.7. Energie électrostatique dans les noyaux atomiques	108
3.8. Spectre de l'hydrogène dans le modèle de Bohr	109
3.9. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique	112
3.10. Diffusion de Rutherford.	117
3.11. Résumé	118
3.12. Conseils pour résoudre les exercices	120
3.13. Questions de réflexion.	120
3.14. Exercices	122

Chapitre 4. Conducteurs et condensateurs. 129

4.1. Conducteurs en équilibre.	129
4.2. Conducteurs munis de cavités, blindage électrique	132
4.3. Effet de pointes	135
4.4. Condensateurs	137
4.5. Energie d'un condensateur	140
4.6. Montage des condensateurs	141
4.7. Cas de plusieurs conducteurs en influence mutuelle.	145
4.8. Forces d'interaction électrique entre conducteurs	147
4.9. Courant et densité du courant	150
4.10. Résumé	153

4.11. Conseils pour résoudre les exercices	154
4.12. Questions de réflexion.	155
4.13. Exercices	157
Chapitre 5. Diélectriques.	163
5.1. Effets des diélectriques sur les condensateurs.	163
5.2. Polarisation des diélectriques	165
5.3. Interprétation microscopique de la polarisation.	166
5.4. Charges liées dans les diélectriques	168
5.5. Potentiel et champ d'un diélectrique polarisé	170
5.6. Loi de Gauss en présence de diélectriques	172
5.7. Equations du champ et du potentiel en présence de diélectriques	175
5.8. Exemples du calcul du champ d'un diélectrique de polarisation permanente	179
5.9. Polarisation d'un diélectrique placé dans un champ extérieur	183
5.10. Energie et forces en présence de diélectriques	185
5.11. Action d'un champ électrique sur un milieu polarisé	186
5.12. Susceptibilité et permittivité électriques	189
5.13. Variation de la polarisation polaire avec la température.	191
5.14. Diélectriques non linéaires et diélectriques non isotropes.	193
5.15. Résumé	195
5.16. Conseils pour résoudre les exercices	196
5.17. Questions de réflexion.	197
5.18. Exercices	198
Chapitre 6. Champ magnétique	201
6.1. Force exercée par un champ magnétique sur une charge électrique. . . .	201
6.2. Flux du champ magnétique, unités magnétiques	203
6.3. Force exercée par un champ B sur un courant électrique, loi de Laplace	205
6.4. Moment des forces magnétiques sur un circuit, moment magnétique	207
6.5. Energie magnétique d'un circuit plongé dans un champ B	210
6.6. Forces magnétiques sur un circuit dans un champ B.	212
6.7. Effet Hall	215
6.8. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique	217
6.9. Applications du mouvement dans un champ magnétique.	219
6.10. Champ magnétique terrestre	222
6.11. Résumé	223

6.12. Conseils pour résoudre les exercices	224
6.13. Questions de réflexion.	225
6.14. Exercices	226

Chapitre 7. Champ magnétique produit par des charges et des courants . . 233

7.1. Champs produits par des particules et des courants, loi de Biot et Savart	233
7.2. Champ d'une spire circulaire en un point de son axe, moment magnétique	236
7.3. Symétries du champ magnétique	239
7.4. Loi d'Ampère	240
7.5. Champ d'un conducteur rectiligne filiforme ou cylindrique	243
7.6. Champ d'une nappe de courant	245
7.7. Champ d'un solénoïde	246
7.8. Singularités et discontinuités du champ magnétique.	249
7.9. Equations du champ magnéto­statique dans le vide.	251
7.10. Potentiel vecteur	254
7.11. Forces d'interactions magnétiques	260
7.12. Energie magnétique des circuits	263
7.13. Résumé	265
7.14. Conseils pour résoudre les exercices	266
7.15. Questions de réflexion.	268
7.16. Exercices	269

Chapitre 8. Milieux magnétiques. 277

8.1. Différents types de magnétisme	277
8.2. Diamagnétisme et paramagnétisme	279
8.3. Aimantation et courants liés	283
8.4. Champ et potentiel vecteur d'un corps aimanté.	285
8.5. Loi d'Ampère sous les formes intégrées en présence de matière aimantée.	288
8.6. Equations de la magnéto­statique en présence de matière aimantée	290
8.7. Discontinuités du champ magnétique	293
8.8. Exemples du calcul du champ d'un milieu aimanté	295
8.9. Aimantation d'un échantillon placé dans un champ extérieur	299
8.10. Susceptibilité magnétique, milieux non linéaires et milieux non isotropes	301
8.11. Action d'un champ B sur un milieu magnétique	302
8.12. Energie magnétique en présence de matière aimantée	304

8 Electrostatique et magnétostatique

6.12. Conseils pour résoudre les exercices	224
6.13. Questions de réflexion.	225
6.14. Exercices	226

Chapitre 7. Champ magnétique produit par des charges et des courants . . 233

7.1. Champs produits par des particules et des courants, loi de Biot et Savart	233
7.2. Champ d'une spire circulaire en un point de son axe, moment magnétique	236
7.3. Symétries du champ magnétique	239
7.4. Loi d'Ampère	240
7.5. Champ d'un conducteur rectiligne filiforme ou cylindrique	243
7.6. Champ d'une nappe de courant	245
7.7. Champ d'un solénoïde	246
7.8. Singularités et discontinuités du champ magnétique.	249
7.9. Equations du champ magnétostatique dans le vide.	251
7.10. Potentiel vecteur	254
7.11. Forces d'interactions magnétiques	260
7.12. Energie magnétique des circuits	263
7.13. Résumé	265
7.14. Conseils pour résoudre les exercices	266
7.15. Questions de réflexion.	268
7.16. Exercices	269

Chapitre 8. Milieux magnétiques. 277

8.1. Différents types de magnétisme.	277
8.2. Diamagnétisme et paramagnétisme.	279
8.3. Aimantation et courants liés	283
8.4. Champ et potentiel vecteur d'un corps aimanté.	285
8.5. Loi d'Ampère sous les formes intégrées en présence de matière aimantée.	288
8.6. Equations de la magnétostatique en présence de matière aimantée	290
8.7. Discontinuités du champ magnétique	293
8.8. Exemples du calcul du champ d'un milieu aimanté	295
8.9. Aimantation d'un échantillon placé dans un champ extérieur	299
8.10. Susceptibilité magnétique, milieux non linéaires et milieux non isotropes	301
8.11. Action d'un champ B sur un milieu magnétique	302
8.12. Energie magnétique en présence de matière aimantée	304

8.13. Variation de l'aimantation avec la température	306
8.14. Ferromagnétisme	309
8.15. Circuits magnétiques	312
8.16. Résumé	314
8.17. Conseils pour résoudre les exercices	317
8.18. Questions de réflexion	318
8.19. Exercices	319
 Réponses de quelques exercices	 325
 Annexe 1. Notions mathématiques de base	 337
 Annexe 2. Unités en physique	 353
 Annexe 3. Quelques constantes physiques	 357
 Liste des symboles	 359
 Bibliographie	 363
 Index	 365

Cet ouvrage présente une analyse approfondie de l'électrostatique et de la magnétostatique. Après avoir introduit les principes de base de l'électrostatique (charge, force, énergie), il analyse en détail les notions de champ et de potentiel électriques et étudie les propriétés des conducteurs, des condensateurs et des diélectriques. Dans une seconde partie consacrée à la magnétostatique, il développe la notion de champ magnétique et étudie les propriétés magnétiques des courants électriques et de la matière.

Didactique, *Electrostatique et magnétostatique* démontre les lois essentielles et développe les applications avec clarté et rigueur. Il propose également à chaque chapitre un ensemble d'outils pédagogiques : exemples résolus, résumé des principaux résultats, conseils pour la résolution des problèmes posés, questions de réflexion et nombreux exercices groupés par sections et classés par difficulté croissante, allant des simples applications à des exercices nécessitant une analyse poussée.

L'auteur

Tamer Bécherrawy a enseigné à l'université de Rochester (NY), à l'université Libanaise de Beyrouth, à l'université de Savoie, l'université de Nancy et à l'IUFM de Lorraine. Il est l'auteur d'une trentaine d'articles scientifiques ayant trait à la physique des hautes énergies.

hermes
Science
— publications —

www.hermes-science.com

978-2-7462-3148-1

