

TABLE DES MATIÈRES

Préface de la deuxième édition xv

Préface des traducteurs xix

Note à l'usage de l'étudiant xi

DEUXIÈME PARTIE LE CHAMP MAGNÉTIQUE

Chapitre 1 Interaction électrique

1.1 Introduction 6 □ 1.2 La charge électrique 7 □ 1.3 La loi de Coulomb 8 □ 1.4 Champ électrique 11 □ 1.5 La quantification de la charge électrique 18 □ 1.6 Potentiel électrique 20 □ 1.7 Potentiel électrique d'une charge ponctuelle 23 □ 1.8 Relations énergétiques dans un champ électrique 26 □ 1.9 Courant électrique 28 □ 1.10 Dipôle électrique 29 □ 1.11 Multipôles électriques d'ordre supérieur 37

Chapitre 2 Le champ électrostatique

2.1 Introduction 52 □ 2.2 Flux d'un champ de vecteurs 52 □ 2.3 Le théorème de Gauss pour le champ électrique 54 □ 2.4 Forme différentielle du théorème de Gauss 60 □ 2.5 Polarisation de la matière 65 □ 2.6 Le déplacement électrique 68 □ 2.7 Calcul de la susceptibilité électrique 71 □ 2.8 Capacité électrique; condensateurs 78 □ 2.9 L'énergie du champ électrique 81

Chapitre 3 Circuits électriques

3.1 Introduction 94 □ 3.2 Conductivité électrique; loi d'Ohm 94 □ 3.3 Origine de la résistance électrique 97 □ 3.4 L'effet Joule 99 □ 3.5 Conducteurs, isolants et semi-conducteurs 101 □ 3.6 Force électromotrice 106 □ 3.7 Conducteurs non ohmiques 111

Chapitre 4 L'interaction magnétique

4.1 Introduction 120 □ 4.2 Force magnétique s'exerçant sur une charge en mouvement 121 □ 4.3 Mouvement d'une charge dans un champ magnétique 125 □ 4.4 Exemples de mouvements de particules chargées dans un champ magnétique 132 □ 4.5 Champ magnétique d'une charge en mouvement (approximation non-relativiste) 139 □ 4.6 L'électromagnétisme et le principe de relativité 141 □ 4.7 Le champ électromagnétique d'une charge en mouvement (approximation relativiste) 144 □ 4.8 Interaction électromagnétique entre deux charges en mouvement 147

Chapitre 5 Champs magnétiques et courants électriques

5.1 Introduction 164 □ 5.2 Force magnétique agissant sur un courant électrique 164 □ 5.3 Couple magnétique agissant sur un courant électrique fermé 166 □ 5.4 Champ magnétique produit par une boucle de courant 169 □ 5.5 Champ magnétique d'un courant rectiligne 171 □ 5.6 Forces s'exerçant entre les courants 174 □ 5.7 Remarque sur les unités du système international 175 □ 5.8 Champ magnétique d'un courant circulaire 177

Chapitre 6 Le champ magnétique statique

6.1 Introduction 190 □ 6.2 Théorème d'Ampère pour le champ magnétique 190 □ 6.3 Forme différentielle du théorème d'Ampère 195 □ 6.4 Flux magnétique 197 □ 6.5 Aimantation de la matière 198 □ 6.6 Le champ magnétisant 200 □ 6.7 Calcul de la susceptibilité magnétique 202 □ 6.8 Résumé des lois relatives aux champs statiques 207

Chapitre 7 Structure électrique de la matière

7.1 Introduction 214 □ 7.2 Interactions électriques dans les atomes et les molécules 214 □ 7.3 Structure des atomes

- 217 □ 7.4 Niveaux d'énergie électriques; la théorie de Bohr
 225 □ 7.5 Moment dipolaire magnétique créé par le mouvement orbital d'une particule chargée 230 □ 7.6 Energie et couple auquel est soumise une particule chargée se déplaçant dans un champ magnétique; quantification de l'espace 232

Chapitre 8 Le champ électromagnétique dépendant du temps

- 8.1 Introduction 242 □ 8.2 La loi de Faraday-Henry 242 □ 8.3 Le bêtatron 246 □ 8.4 Induction électromagnétique due au mouvement relatif d'un conducteur et d'un champ magnétique 249 □ 8.5 L'induction électromagnétique et le principe de relativité 251 □ 8.6 Potentiel électrique et induction électromagnétique 252 □ 8.7 Forme différentielle de la loi de Faraday-Henry 253 □ 8.8 Le principe de conservation de la charge 255 □ 8.9 La loi d'Ampère-Maxwell 257 □ 8.10 Forme différentielle de la loi d'Ampère-Maxwell 260 □ 8.11 Les équations de Maxwell 262

Chapitre 9 Circuits électriques en régime non stationnaire

- 9.1 Introduction 274 □ 9.2 Auto-induction 274 □ 9.3 L'énergie du champ magnétique 279 □ 9.4 Oscillations électriques libres dans un circuit 282 □ 9.5 Oscillations électriques forcées dans un circuit 284 □ 9.6 Circuits couplés 289 □ 9.7 Remarques finales 292

TROISIEME PARTIE ONDES

Chapitre 10 Mouvements ondulatoires: ondes élastiques

- 10.1 Introduction 302 □ 10.2 Description mathématique de la propagation 303 □ 10.3 Analyse de Fourier d'un mouvement ondulatoire 307 □ 10.4 Equation différentielle du mouvement ondulatoire 311 □ 10.5 Ondes élastiques dans un barreau solide 313 □ 10.6 Ondes de pression dans une colonne gazeuse 318 □ Ondes transversales sur une corde 323 □ 10.8 Ondes à la surface d'un liquide 327 □ 10.9 Ce qui se propage dans un mouvement ondulatoire 331 □ 10.10 Vitesse de groupe 335 □ 10.11 L'effet Doppler 338 □ 10.12 Ondes à deux et trois dimensions 341 □ 10.13 Ondes sphériques dans un fluide 346

Chapitre 11 Les ondes électromagnétiques

11.1 Introduction 358 □ 11.2 Ondes électromagnétiques planes 358 □ 11.3 Energie et quantité de mouvement d'une onde électromagnétique 363 □ 11.4 Rayonnement d'un dipôle électrique oscillant 367 □ 11.5 Rayonnement d'un dipôle magnétique oscillant 373 □ 11.6 Rayonnement de multipôles oscillants d'ordre supérieur 376 □ 11.7 Rayonnement d'une charge accélérée 377

Chapitre 12 Interaction du rayonnement électromagnétique avec la matière

12.1 Introduction 390 □ 12.2 L'absorption du rayonnement électromagnétique 390 □ 12.3 Diffusion des ondes électromagnétiques par les électrons liés 392 □ 12.4 Diffusion du rayonnement électromagnétique par un électron libre; l'effet Compton 394 □ 12.5 Les photons 399 □ 12.6 Compléments sur les photons; l'effet photoélectrique 404 □ 12.7 Propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu matériel; la dispersion 406 □ 12.8 L'effet Doppler pour les ondes électromagnétiques 410 □ 12.9 Le spectre du rayonnement électromagnétique 416

Chapitre 13 Réflexion et réfraction

13.1 Introduction 428 □ 13.2 Le principe d'Huygens 428 □ 13.3 Le théorème de Malus 431 □ 13.4 Réflexion et réfraction des ondes planes 432 □ 13.5 Réflexion et réfraction des ondes sphériques 438 □ 13.6 Compléments sur les lois de la réflexion et de la réfraction 440 □ 13.7 Réflexion et réfraction sur des surfaces métalliques 445 □ 13.8 Propagation dans un milieu non homogène; principe de Fermat 447

Chapitre 14 Réflexion et réfraction des ondes électromagnétiques. Polarisation

14.1 Introduction 454 □ 14.2 Réflexion et réfraction des ondes électromagnétiques 454 □ 14.3 Propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu anisotrope 459 □ 14.4 Dichroïsme 466 □ 14.5 La double réfraction 467 □ 14.6 L'activité optique 473

Chapitre 15 L'optique géométrique

15.1 Introduction 484 □ 15.2 Réflexion sur une surface sphérique 484 □ 15.3 Réfraction sur un dioptre sphérique

- 495 □ 15.4 Les lentilles 501 □ 15.5 Le microscope
 507 □ 15.6 Le télescope 509 □ 15.7 Le prisme 511 □
 15.8 La dispersion 512 □ 15.9 Les aberrations chromatiques 515

Chapitre 16 Les interférences

- 16.1 Introduction 528 □ 16.2 Interférence des ondes produites
 par deux sources synchrones 528 □ 16.3 Interférence de plusieurs
 sources synchrones 535 □ 16.4 Ondes stationnaires à une
 dimension 541 □ 16.5 Les ondes stationnaires et l'équation
 d'onde 544 □ 16.6 Ondes électromagnétiques stationnaires
 550 □ 16.7 Ondes stationnaires à deux dimensions
 553 □ 16.8 Ondes stationnaires à trois dimensions; les cavités
 résonnantes 559 □ 16.9 Les guides d'onde 561

Chapitre 17 Diffraction

- 17.1 Introduction 578 □ 17.2 Diffraction de Fraunhofer par une
 fente rectangulaire 579 □ 17.3 Diffraction de Fraunhofer par
 une ouverture circulaire 585 □ 17.4 Diffraction de Fraunhofer
 par deux fentes parallèles identiques 587 □ 17.5 Réseaux de
 diffraction 590 □ 17.6 Diffraction de Fresnel 595 □ 17.7 La
 diffusion 601 □ 17.8 Diffusion des rayons X par les cristaux 601

Chapitre 18 La mécanique quantique

- 18.1 Introduction 614 □ 18.2 Particules et champs
 615 □ 18.3 Diffusion des particules par les cristaux 616 □
 18.4 Particules et paquets d'onde 619 □ 18.5 Le principe
 d'incertitude d'Heisenberg pour la position et la quantité de
 mouvement 621 □ 18.6 Illustrations du principe d'Heisenberg
 622 □ 18.7 La relation d'incertitude pour le temps et l'énergie
 624 □ 18.8 Etats stationnaires et champ associé à la matière
 625 □ 18.9 Fonction d'onde et densité de probabilité
 628 □ 18.10 L'équation de Schrödinger 631 □ 18.11 Fonction
 d'onde d'une particule libre 632 □ 18.12 Fonction d'onde d'une
 particule dans une boîte 633 □ 18.13 Fonction d'onde de
 l'oscillateur harmonique à un degré de liberté
 635 □ 18.14 L'atome d'hydrogène 637

Appendice: Formules et tables mathématiques 643

Réponses aux exercices 655

Index 671