

SCIENCES SUP



Cours et exercices corrigés

Licence 1^{re} et 2^e années • Prépas

PHYSIQUE

2. Électricité et magnétisme

6^e édition

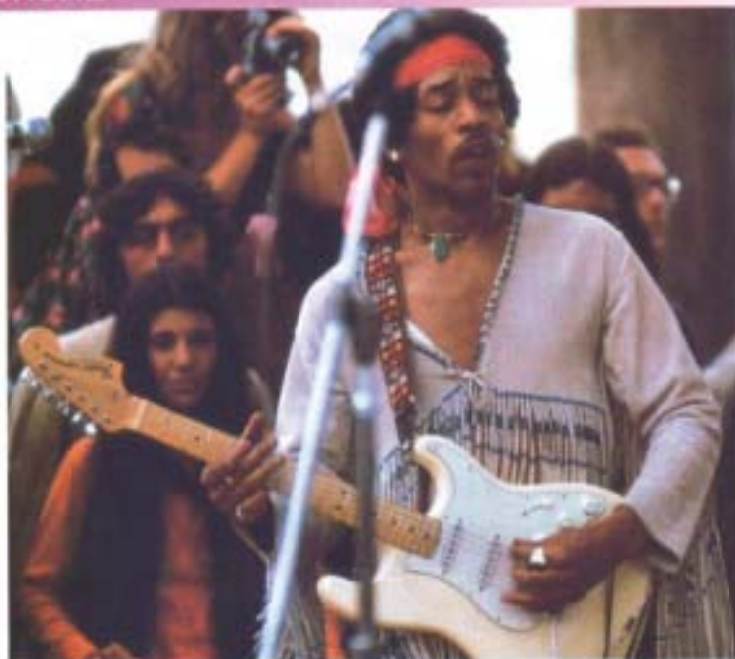
*David Halliday
Robert Resnick
Jearl Walker*

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

PHYSIQUE 2

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME



CHAPITRE 1

La charge électrique 1

Qu'est-ce qui produit une lueur bleutée lorsqu'on rompt une dragée au thé des bois?

- 1.1 L'électromagnétisme 2
- 1.2 La charge électrique 2
- 1.3 Les conducteurs et les isolants 3
- 1.4 La loi de Coulomb 5
- 1.5 La quantification de la charge 10
- 1.6 La conservation de la charge 11

Révision et résumé 12 Questions 13 Exercices et problèmes 14

CHAPITRE 2

Les champs électriques 16

Qu'est-ce qui provoque les nombreuses décharges électriques du volcan Sakurajima?

- 2.1 Gros plan sur les charges et les forces 17
- 2.2 Le champ électrique 17

2.3	Les lignes de champ électrique	18
2.4	Le champ électrique d'une charge ponctuelle	20
2.5	Le champ électrique d'un dipôle électrique	22
2.6	Le champ électrique produit par une distribution linéaire de charge	23
2.7	Le champ électrique d'un disque chargé	27
2.8	Une charge ponctuelle à l'intérieur d'un champ électrique	28
2.9	Un dipôle à l'intérieur d'un champ électrique	31
Révision et résumé		33
Questions		34
Exercices et problèmes		35

CHAPITRE 3

Le théorème de Gauss 39

Quelle est la largeur d'un éclair?

3.1	Un regard neuf sur la loi de Coulomb	40
3.2	Le flux	40
3.3	Le flux d'un champ électrique	41
3.4	Le théorème de Gauss	43
3.5	Le théorème de Gauss et la loi de Coulomb	45
3.6	Un conducteur chargé et isolé	46
3.7	L'application du théorème de Gauss à des symétries cylindriques	49
3.8	L'application du théorème de Gauss à des symétries planaires	50
3.9	L'application du théorème de Gauss à des symétries sphériques	53
Révision et résumé		54
Questions		55
Exercices et problèmes		55

CHAPITRE 4

Le potentiel électrique 60

Quel danger courez-vous lorsque vos cheveux se dressent sur votre tête?

4.1	L'énergie potentielle électrique	61
4.2	Le potentiel électrique	62
4.3	Les surfaces équipotentielles	64
4.4	La détermination du potentiel à partir du champ	65
4.5	Le potentiel d'une charge ponctuelle	67
4.6	Le potentiel d'un groupe de charges ponctuelles	69
4.7	Le potentiel d'un dipôle électrique	70
4.8	Le potentiel d'une distribution de charge continue	71
4.9	La détermination du champ à partir du potentiel	73
4.10	L'énergie potentielle électrique d'un système de charges ponctuelles	75

4.11	La conservation de l'énergie en électrostatique	76
4.12	Le potentiel d'un conducteur chargé et isolé	77
Révision et résumé		79
Questions		80
Exercices et problèmes		81

CHAPITRE 5

La capacité 85

Comment mettre fin à la fibrillation ventriculaire dans un lieu éloigné?

5.1	L'utilisation des condensateurs	86
5.2	La capacité	86
5.3	Le calcul de la capacité	88
5.4	Les condensateurs en parallèle et en série	91
5.5	L'énergie emmagasinée dans un champ électrique	95
5.6	Un condensateur avec un diélectrique	97
5.7	Les diélectriques : une interprétation atomique	100
5.8	Les diélectriques et le théorème de Gauss	101
Révision et résumé		103
Questions		104
Exercices et problèmes		105

CHAPITRE 6

Le courant et la résistance 108

Qu'est-ce qui est à l'origine de l'explosion du zeppelin Hindenburg?

6.1	Les charges en mouvement et les courants électriques	109
6.2	Le courant électrique	109
6.3	La densité de courant	111
6.4	La résistance et la résistivité	114
6.5	La loi d'Ohm	118
6.6	La forme microscopique de la loi d'Ohm	119
6.7	La puissance dans les circuits électriques	121
6.8	Les semi-conducteurs	123
6.9	Les supraconducteurs	124
Révision et résumé		125
Questions		126
Exercices et problèmes		127

CHAPITRE 7

Les circuits 130

Comment une anguille électrique produit-elle une décharge?

7.1	Des « pompes » pour les charges électriques	131
7.2	Le travail, l'énergie et la f.é.m.	131
7.3	La détermination du courant d'un circuit à maille simple	133
7.4	Les autres circuits à maille simple	135
7.5	Les différences de potentiel	136

7.6	Les circuits à mailles multiples	139
7.7	L'ampèremètre et le voltmètre	144
7.8	Les circuits RC	145
Révision et résumé		148
Questions		149
Exercices et problèmes		150

CHAPITRE 8

Les champs magnétiques 155

Pourquoi une aurore boréale est-elle aussi large que mince?

8.1	Le champ magnétique	156
8.2	La définition de $\vec{B}$	156
8.3	Les champs croisés : la découverte de l'électron	160
8.4	Les champs croisés : l'effet Hall	162
8.5	Une particule chargée en mouvement	164
8.6	Les cyclotrons et les synchrotrons	168
8.7	La force magnétique agissant sur un conducteur parcouru par un courant	170
8.8	Le moment de force sur une boucle de courant	173
8.9	Le moment dipolaire magnétique	175
Révision et résumé		176
Questions		177
Exercices et problèmes		179

CHAPITRE 9

Les champs magnétiques produits par un courant 183

Comment propulse-t-on du matériel dans l'espace?

9.1	Le calcul de la grandeur d'un champ magnétique produit par un courant	184
9.2	La force entre deux courants parallèles	190
9.3	Le théorème d'Ampère	191
9.4	Les solénoïdes et les bobines toroïdales	195
9.5	Un solénoïde parcouru par un courant en tant que dipôle magnétique	197
Révision et résumé		200
Questions		200
Exercices et problèmes		202

CHAPITRE 10

L'induction et l'inductance 207

Comment la guitare électrique a-t-elle révolutionné la musique rock?

10.1	Deux phénomènes symétriques	208
10.2	Deux expériences	208
10.3	La loi de Faraday sur l'induction	209
10.4	La loi de Lenz	211

10.5	L'induction et les transferts d'énergie	215
10.6	Les générateurs et les moteurs	217
10.7	Les champs électriques induits	219
10.8	Les inducteurs et l'inductance	223
10.9	L'auto-induction	224
10.10	Les circuits RL	225
10.11	L'énergie emmagasinée dans un champ magnétique	229
10.12	La densité d'énergie d'un champ magnétique	230
10.13	L'induction mutuelle	232
Révision et résumé		235
Questions		236
Exercices et problèmes		237

CHAPITRE 11

Le magnétisme de la matière – les équations de Maxwell 243

Comment un champ magnétique peut-il soulever une grenouille?

11.1	Les aimants	244
11.2	Le théorème de Gauss et les champs magnétiques	244
11.3	Le magnétisme de la Terre	245
11.4	Le magnétisme et les électrons	246
11.5	Les matériaux magnétiques	250
11.6	Le diamagnétisme	251
11.7	Le paramagnétisme	252
11.8	Le ferromagnétisme	254
11.9	Les champs magnétiques induits	257
11.10	Le courant de déplacement	259
11.11	Les équations de Maxwell	261
Révision et résumé		262
Questions		263
Exercices et problèmes		264

CHAPITRE 12

Les oscillations électromagnétiques et le courant alternatif 267

Pourquoi le courant est-il faible dans les lignes électriques sous haute tension?

12.1	Introduction	268
12.2	L'aspect qualitatif des oscillations dans un circuit LC	268
12.3	L'analogie entre les systèmes électrique et mécanique	271
12.4	L'étude quantitative des oscillations dans un circuit LC	272
12.5	Les oscillations amorties dans un circuit RLC	275
12.6	Le courant alternatif	277
12.7	Les oscillations forcées	278

12.8	Trois circuits simples	278
12.9	Le circuit <i>RLC</i> en série	283
12.10	La puissance dans les circuits à courant alternatif	288
12.11	Les transformateurs	290
Révision et résumé		294
Questions		295
Exercices et problèmes		296

ANNEXES

A.	Le système international d'unités (SI)	A-1
B.	Constantes fondamentales de la physique	A-3
C.	Quelques données physiques	A-4
D.	Formules mathématiques	A-6
E.	Propriétés des éléments	A-9
F.	Tableau périodique des éléments	A-12

RÉPONSES AUX QUESTIONS DES SECTIONS « VÉRIFIEZ VOS CONNAISSANCES », « QUESTIONS » ET « EXERCICES ET PROBLÈMES »

R-1

INDEX

I-1