

**CAPES DE PHYSIQUE-CHIMIE
ET PHYSIQUE APPLIQUÉE**

COMPRENDRE LA PHYSIQUE EN EXPÉRIMENTANT

**Dominique BARCHIESI
Mathilde BUGNON**

ellipses

2-530-115-1

2-530-115-1

CAPES DE PHYSIQUE-CHIMIE
ET PHYSIQUE APPLIQUÉE

Table des Matières

Comprendre la physique en expérimentant

Dominique BARCHIESI

Maître de conférences
à l'université de Franche-Comté

Mathilde BUGNON

Professeur certifié
à l'IUFM de Franche-Comté



Table des Matières

Introduction	11
I Préliminaires mathématiques	13
1.1 Statistique des mesures	13
1.1.1 Vocabulaire	13
1.1.2 Intervalle de confiance	13
1.2 Application : loi de Poisson, loi de Gauss ou de Laplace	14
1.2.1 Loi de Poisson, cas limite	14
1.2.2 Loi normale, de Gauss, ou de Laplace, intervalle de confiance	15
1.2.3 Choix de la probabilité, estimation	15
1.2.4 Test du χ^2	16
1.3 Régression linéaire	17
1.4 Vecteurs tournants, diagramme de Fresnel	18
1.5 Équations différentielles : oscillations libres	18
1.6 Équations différentielles : oscillations forcées	21
1.7 Problème des oscillateurs couplés	24
1.8 Analogie mécanique-électricité	26
II Électricité, Électronique, Magnétisme	27
1 Sécurité électrique	29
1.1 Terre, phase, neutre et masse	29
1.2 Triphasé	31
1.3 Protection, isolation électrique	33
1.3.1 Fusible	33
1.3.2 Disjoncteur thermique	34
1.3.3 Disjoncteur différentiel	34
1.3.4 Transformateur d'isolement	36
1.3.5 Isolation, blindage	36
2 Instruments de mesure	37
2.1 Oscilloscope	37
2.1.1 Fonctionnement	37
2.1.2 Entrées, amplification, calibre	38
2.1.3 Balayage, base de temps, déclenchement interne et externe	38
2.1.4 Testeur de composant	38
2.1.5 Interfaces oscilloscope	39
2.2 Voltmètre	39

2.3	Ampèremètre et galvanomètre	40
2.4	Mise en évidence des impédances d'instruments de mesure	42
2.5	Wattmètre	42
2.6	Fréquencemètre	43
2.7	Sonde à effet Hall	43
2.8	Fluxmètre	44
3	Générateurs	45
3.1	Générateurs de tension alternative : GBF	45
3.2	Générateurs de tension continue	46
3.2.1	Piles	46
3.2.2	Accumulateurs	46
3.2.3	Redressement, lissage, régulation	46
3.3	Générateurs de courant	49
3.4	Amélioration d'un générateur, impédance	50
3.4.1	Montage potentiométrique	50
3.4.2	Montage suiveur	51
3.5	Génératrice, alternateurs... Moteurs	51
3.5.1	Génératrice (dynamo), moteur à courant continu	51
3.5.2	Alternateur... et génératrice !	52
3.5.3	Moteurs à courant alternatif : asynchrone et synchrone	54
4	Transformateurs	55
4.1	Transformateur d'isolement	60
4.2	Autotransformateur	61
5	Puissance	63
6	Composants	71
6.1	Mesures de caractéristiques	71
6.1.1	Méthode ampèremètre-voltmètre	71
6.1.2	Méthodes de l'oscilloscope	73
6.1.3	Méthode du pont	76
6.1.4	Méthode de la résonance	77
6.2	Résistance, résistor, conducteur ohmique	78
6.3	Thermistance	79
6.4	Condensateur	81
6.5	Bobine	89
6.6	Câble coaxial	90
6.7	Diodes	95
6.7.1	Atomes et cristaux	95
6.7.2	Semiconducteurs	95
6.7.3	Jonction PN	97
6.7.4	Diode Silicium	99
6.7.5	Diode Zener	100
6.7.6	Diode électroluminescente (DEL ou LED)	101
6.8	Transistor (NPN, PNP)	102
6.9	Amplificateur Opérationnel	105
6.9.1	Suiveur, amplificateur inverseur, amplificateur non inverseur	107

6.9.2	Intégrateur, dérivateur	108
6.9.3	Comparateur, amplificateur différentiel, sommateur, soustracteur	110
6.10	Multiplieur	111
6.11	Photorésistance (Effet photoélectrique interne)	112
6.12	Photodiode, phototransistor, photopile	113
6.12.1	Photodiode	113
6.12.2	Phototransistor	115
6.12.3	Photopile	115
6.13	Cellule photoémissive à vide	116
7	Électronique	117
7.1	Commande électronique	117
7.2	Modulation, démodulation	118
7.2.1	Modulation d'amplitude (AM)	118
7.2.2	Mesure du taux de modulation	119
7.2.3	Antennes	123
7.2.4	Transmission d'un son complexe	124
7.3	Modulation de fréquence	124
7.4	Oscillateurs	125
7.4.1	Résonances en tension et en intensité	125
7.4.2	Entretien des oscillations	128
7.4.3	Filtres	128
8	Électromagnétisme	133
8.1	Mesure de champs magnétiques	133
8.2	Induction, auto-induction	134
8.3	Force de Laplace et Lorentz	137
8.4	Courants de Foucault	138
III	Mécanique dans un repère galiléen	139
1	Stroboscopie et chronophotographie	141
1.1	Stroboscopie	141
1.2	Chronophotographie	143
2	Cinématique, dynamique	145
2.1	Vitesse moyenne, vitesse instantanée	145
2.2	Mouvement rectiligne uniforme	146
2.3	Mouvement rectiligne uniformément varié	147
2.4	Roulement avec ou sans glissement	150
2.5	Effet Doppler	151
2.6	Théorème des moments	152
3	Frottements, amortissement	153
3.1	Frottements solides	153
3.2	Frottements fluides et visqueux	153

4 Oscillateurs mécaniques	155
4.1 Oscillations libres	155
4.1.1 Oscillateur élastique	155
4.1.2 Pendule pesant	155
4.1.3 Pendule de torsion	157
4.1.4 Équation horaire	158
4.2 Oscillations mécaniques forcées	160
5 Ondes à la surface d'un liquide	163
6 Statique des fluides et notions de dynamique	171
6.1 Forces dans un fluide	171
6.1.1 Force de contact exercée par le fluide sur la paroi du récipient	171
6.1.2 Force de contact à l'intérieur d'un fluide	171
6.2 Pression	175
6.3 Théorème de Pascal	177
6.4 Principe d'Archimède	177
6.5 Éléments de dynamique	180
6.5.1 Théorème Bernoulli	180
6.5.2 Loi de Poiseuille	181
III Acoustique	183
1 Qualités physiologiques d'un son	185
1.1 Intensité d'un son	185
1.2 Hauteur d'un son	186
1.3 Gammes	186
1.3.1 Gamme tempérée	187
1.3.2 Gamme naturelle, de Zarlino, ou des physiciens...	187
1.3.3 Gamme de Pythagore	189
1.3.4 Synthèse et différences...	189
1.4 Timbre d'un son	190
2 Vitesse du son	193
2.1 Valeurs expérimentales de la vitesse du son	193
2.2 Valeur théorique de la vitesse du son	193
3 Émetteurs et récepteurs acoustiques	195
3.1 Diapason	195
3.2 Tuyaux sonores, caisses de résonance	197
3.3 Cordes vibrantes	199
3.4 Haut-parleur, microphone	200
3.5 Ultrasons, quartz, piézoélectricité	204
IV Optique, ondes électromagnétiques	207
1 Sources lumineuses	209
1.1 Corps noir	211

1.2	Flammes	212
1.3	Lampe à filament de Tungstène	213
1.4	Lampe à halogène	214
1.5	Lampes à gaz (luminescence)	215
1.5.1	Lampes à décharge à basse pression	215
1.5.2	Lampes spectrales	215
1.5.3	Lampes à haute pression : lampes à iodures métalliques	216
1.5.4	Tube à décharge (néon...)	216
1.5.5	Lampes à éclairs (stroboscope)	216
1.6	Laser	217
1.7	Notion de cohérence d'une source	219
1.7.1	Cohérence spatiale	219
1.7.2	Cohérence temporelle	220
2	Détecteurs	221
2.1	Œil	221
2.1.1	Persistance rétinienne	221
2.1.2	Pouvoir séparateur de l'œil	222
2.1.3	Sensibilité de l'œil	223
2.2	Capteur de type CCD	223
3	Optique géométrique	225
3.1	Réfraction, réflexion, dispersion	225
3.1.1	Lois de Snell-Descartes	225
3.1.2	Dispersion	227
3.1.3	Prisme	228
3.2	Systèmes optiques	234
3.2.1	Goniomètre de Babinet	234
3.2.2	Lunette astronomique et microscope	235
3.3	Aberrations géométriques	238
3.3.1	Aberrations de sphéricité : point sur l'axe	238
3.3.2	Aberrations de coma : point voisin de l'axe	239
3.3.3	Aberrations de focale : point hors de l'axe	239
3.4	Focométrie	240
3.4.1	Méthodes générales applicables aux lentilles minces convergentes et divergentes	240
3.4.2	Méthodes propres aux lentilles convergentes	241
4	Optique physique	243
4.1	Aberrations physiques	243
4.2	Couleurs : synthèses additives et soustractives	243
4.3	Diffraction, interférences	245
4.3.1	Fentes ou trous d'Young	246
4.3.2	Réseau	247
V	Thermodynamique	253
1	Chaleur	255
1.1	Conduction	255

1.2	Rayonnement	257
1.3	Convection	257
2	Mesures de température	259
2.1	Thermomètre à résistance de platine	259
2.2	Thermocouples	260
2.3	Pyromètre optique	261
3	Calorimétrie	263
VI	La télévision	267
1	Principe de la télévision	269
2	Prise péritel	275
VII	Radioactivité	277
	Annexes	281
A	Tableau de constantes et unités SI	281
A.1	Constantes	281
A.2	Unités du système SI	281
B	Code couleur des composants électriques	287
B.1	Résistances, condensateurs...	287
B.2	Semiconducteurs et circuits intégrés	288
C	Tableau des éléments	291
D	Propriétés physiques des éléments	295
	Table des figures	299
	Liste des tableaux	303
	Bibliographie	307
	Index des expérimentations	309
	Index général	313

Comprendre la physique en expérimentant veut présenter les **notions fondamentales** de la physique et les **montages** ou **travaux pratiques** réalisables. Il s'adresse aux étudiants qui préparent les **concours de recrutement de l'enseignement secondaire** et à tous les **enseignants** qui souhaitent monter des travaux pratiques ou des manipulations de cours. Les **étudiants** curieux de **premier et deuxième cycles universitaires** pourront trouver avantage à l'utilisation de ce livre, d'autant que les rappels théoriques sont nombreux.

Les auteurs ont introduit des **données technologiques et théoriques**, constituant un minimum de culture générale et un rempart contre les idées fausses. Des **références bibliographiques** permettront d'obtenir des informations complémentaires. Les **activités expérimentales** sont **nombreuses et précises** puisque le **matériel utilisé**, le **schéma du montage** et souvent des **résultats expérimentaux** sont fournis. Un **index des activités expérimentales** permettra de s'orienter facilement. Un **index de mots clés**, volontairement très fourni, a été inséré en fin d'ouvrage. Des références à d'autres activités sont introduites le plus souvent possible pour permettre le comblement des lacunes et rendre la lecture dynamique.

Dominique Barchiesi est directeur d'études à l'IUFM de Franche-Comté et maître de conférences à l'Université de Franche-Comté. Ses thèmes de recherche sont le traitement des images et la modélisation de microscopes optiques en champ proche. Il intervient dans la préparation à l'écrit, aux montages de physique et aux épreuves professionnelles du CAPES de physique-chimie.

Mathilde Bugnon est professeur certifié à l'IUFM de Franche-Comté et est responsable de la préparation à l'épreuve de montages de physique aux CAPES de physique-chimie et de physique appliquée.

Illustration de couverture : Geneviève MIRA.



ISBN 2-7298-6719-8