

SCIENCES SUP

Exercices et problèmes résolus

Licences

PHYSIQUE

KANE / STERNHEIM

3^e édition

Isabelle Derycke
Jean-Pol Vigneron

DUNOD

Table des matières

AVANT-PROPOS

III

PROLOGUE

IV

CHAPITRE 1 • LE MOUVEMENT RECTILIGNE

Rappels

1.1	Mesures, étalons, unités et erreurs	1
1.2	Le déplacement ; la vitesse moyenne	1
1.3	La vitesse instantanée	2
1.4	L'accélération	3
1.5	Détermination du mouvement d'un objet	5
1.6	Accélération de la pesanteur et objets en chute libre	6
1.7	Le saut en hauteur	7
	Solution des problèmes	9
		11
		13

CHAPITRE 2 • LE MOUVEMENT À DEUX DIMENSIONS

Rappels

2.1	Introduction aux vecteurs	18
2.2	La vitesse à deux dimensions	18
2.3	L'accélération à deux dimensions	19
2.4	Détermination du mouvement d'un objet ; les projectiles	20
2.5	Sauts horizontaux	21
	Solution des problèmes	22
		25
		25

CHAPITRE 3 • LES LOIS DE NEWTON

Rappels

3.1	Forces, poids et masse gravitationnelle	31
3.2	La masse volumique	31
3.3	La première loi de Newton. L'équilibre	32
3.4	La troisième loi de Newton	32
3.5	La deuxième loi de Newton	33
3.6	Quelques exemples des lois de Newton	34
3.7	Les forces de gravitation	35
3.8	Le poids	35
3.9	Le poids effectif	36
3.10	Le frottement	36
	Solution des problèmes	37
		38
		38

CHAPITRE 4 • LA STATIQUE

Rappels

41

41

4.1	Les moments de forces	41
4.2	Équilibre des corps solides	42
4.3	Le centre de gravité	42
4.4	Équilibre et stabilité	43
4.5	Les leviers, avantage mécanique	43
4.6	Les leviers du corps	43
4.7	Les mâchoires des animaux	43
4.8	Le centre de gravité des personnes	44
4.9	Systèmes de poulies	44
	Solution des problèmes	45
CHAPITRE 5 • LE MOUVEMENT CIRCULAIRE		48
	Rappels	48
5.1	L'accélération centripète	49
5.2	Exemples de mouvement circulaire	50
5.3	Variables angulaires	51
5.4	Moment, accélération angulaire et moment d'inertie	53
5.5	Charges électriques ; forces fondamentales	54
5.6	La loi de Coulomb	55
5.7	Satellites et marées	55
	Solution des problèmes	56
CHAPITRE 6 • TRAVAIL, ÉNERGIE ET PUISSANCE		60
	Rappels	60
6.1	Le travail	61
6.2	L'énergie cinétique	61
6.3	Énergie potentielle et forces conservatives	62
6.4	Les forces dissipatives	63
6.5	Principe de conservation	63
6.6	Énergie potentielle gravitationnelle	64
6.7	La puissance	65
6.8	Travail et énergie dans un mouvement de rotation	66
6.9	Les sauts ; les lois d'échelle en physiologie	66
6.10	La course à pied	67
	Solution des problèmes	67
CHAPITRE 7 • QUANTITÉ DE MOUVEMENT ET MOMENT CINÉTIQUE		73
	Rappels	73
7.1	Impulsion et quantité de mouvement	74
7.2	Conservation de la quantité de mouvement	74
7.3	Mouvement du centre de masse	75
7.4	Collisions élastiques et inélastiques	75
7.5	Moment cinétique d'un corps solide	76
7.6	Moment cinétique d'une particule	77
7.7	La quantité de mouvement dans les exercices sportifs	77
7.8	Le gyroscope	78
	Solution des problèmes	78

CHAPITRE 8 • PROPRIÉTÉS ÉLASTIQUES DES MATÉRIAUX	83
Rappels	83
8.1 Considérations générales sur les efforts et les déformations	84
8.2 Le module de Young	84
8.3 Résistance à la flexion	85
8.4 Résistance au flambage, éléments structurels de la nature	85
8.5 Cisaillement et torsion	86
8.6 Structure et fonction	86
Solution des problèmes	87
CHAPITRE 9 • LE MOUVEMENT RECTILIGNE	90
Rappels	90
9.1 Le mouvement harmonique simple : cas du système masse-ressort	91
9.2 Le mouvement oscillatoire d'une masse attachée à un ressort	91
9.3 Le pendule composé	92
9.4 L'énergie dans le mouvement harmonique simple	93
9.5 Oscillations amorties	94
9.6 Les effets vibratoires sur les personnes	94
Solution des problèmes	95
CHAPITRE 10 • LA TEMPÉRATURE ET LE COMPORTEMENT DES GAZ	99
Rappels	99
10.1 Échelles de température	100
10.2 Masses moléculaires	100
10.3 Pression	101
10.4 L'équation d'état des gaz parfaits	101
10.5 Mélanges de gaz	102
10.6 Températures et énergies moléculaires	102
10.7 Diffusion	103
10.8 Solutions diluées ; pression osmotique	103
Solution des problèmes	103
CHAPITRE 11 • THERMODYNAMIQUE	106
Rappels	106
11.1 Travail mécanique	107
11.2 Le premier principe de la thermodynamique	108
11.3 Le second principe de la thermodynamique	108
11.4 Le théorème de Carnot et la conversion de l'énergie	108
11.5 Conséquences du théorème de Carnot	109
11.6 Réfrigérateurs et pompes à chaleur	109
11.7 Métabolisme humain	110
Solution des problèmes	111
CHAPITRE 12 • PROPRIÉTÉS THERMIQUES DE LA MATIÈRE	115
Rappels	115
12.1 La dilatation thermique	117
12.2 Chaleur spécifique	117
12.3 Les changements de phase	118

12.4	La conduction de la chaleur	119
12.5	Transfert de chaleur par convection	119
12.6	Le rayonnement	120
	Solution des problèmes	120
CHAPITRE 13 • LA MÉCANIQUE DES FLUIDES NON VISQUEUX		125
	Rappels	125
13.1	Le principe d'Archimède	126
13.2	L'équation de continuité ; l'écoulement laminaire	126
13.3	Le théorème de Bernoulli	127
13.4	Conséquences statiques du théorème de Bernoulli	127
13.5	Le rôle de la gravitation dans la circulation sanguine	128
13.6	Mesure de la tension artérielle au sphygmomanomètre	129
13.7	Les débitmètres	129
13.8	Le vol des animaux et des avions	130
	Solution des problèmes	130
CHAPITRE 14 • ÉCOULEMENT DES FLUIDES VISQUEUX		133
	Rappels	133
14.1	Viscosité	134
14.2	Écoulement laminaire dans un tube, analyse dimensionnelle	135
14.3	Écoulement turbulent	136
14.4	L'écoulement du sang dans le système circulatoire	137
14.5	Forces de résistance visqueuse	137
14.6	Résistance des fluides à « haute vitesse »	138
14.7	Centrifugation	139
	Solution des problèmes	140
CHAPITRE 15 • FORCES DE COHÉSION DANS LES LIQUIDES		144
	Rappels	144
15.1	Tension superficielle	145
15.2	Angles de contact et capillarité	145
15.3	Les molécules tension-actives	146
15.4	Le cœur en tant que pompe	146
15.5	L'ascension de la sève dans les arbres ; pressions négatives	147
	Solution des problèmes	147
CHAPITRE 16 • FORCES ÉLECTRIQUES, CHAMPS ET POTENTIELS		150
	Rappels	150
16.1	Forces électriques	151
16.2	Le champ électrique, le champ électrique dû à des distributions de charges	152
16.3	Le potentiel électrique	153
16.4	Dipôles électriques	154
16.5	Capacité	155
16.6	Effets des diélectriques	155
16.7	Énergie emmagasinée dans un condensateur	156
	Solution des problèmes	156

CHAPITRE 17 • COURANTS CONTINUS

Rappels

17.1	Courant électrique	159
17.2	La résistance	159
17.3	Sources d'énergie dans les circuits électriques	160
17.4	La puissance des circuits électriques	161
17.5	Résistances en série et en parallèle. Les règles de Kirchhoff	161
17.6	Voltmètres et ampèremètres	162
17.7	Circuits contenant une résistance et un condensateur	163
17.8	Sécurité électrique	165
17.8	Applications des mesures de résistance	165
	Solution des problèmes	166

CHAPITRE 18 • CONDUCTION NERVEUSE

Rappels

18.1	La structure des cellules nerveuses	170
18.2	Résistance et capacité d'un axone	170
18.3	Concentrations ioniques et potentiel de repos	171
18.4	La réponse à des stimuli faibles	171
18.5	Le potentiel d'action	172
	Solution des problèmes	173

CHAPITRE 19 • LE MAGNÉTISME

Rappels

19.1	Le champ magnétique	175
19.2	La force magnétique sur une charge en mouvement	175
19.3	La force magnétique sur un fil parcouru par un courant	176
19.4	Dipôles magnétiques	176
19.5	Champs magnétiques produits par des courants	178
19.6	La force entre deux fils parallèles parcourus par un courant	178
19.7	Spectromètre de masse	179
19.8	Cyclotrons	180
	Solution des problèmes	181

CHAPITRE 20 • COURANTS ET CHAMPS INDUITS

Rappels

20.1	La loi de Faraday	185
20.2	Courants de Foucault	185
20.3	Générateurs électriques	187
20.4	Transformateurs	188
20.5	Les substances magnétiques	188
20.6	Self-induction (ou auto-induction)	189
20.7	Énergie accumulée dans une self	189
20.8	Circuits RL	189
20.9	Valeurs efficaces des tensions et des courants alternatifs	190

20.10	Réactance	191
20.11	Impédance	191
20.12	Puissance en courant alternatif	192
20.13	Adaptation d'impédance	193
	Solution des problèmes	193
CHAPITRE 21 • LES ONDES		195
	Rappels	195
21.1	Représentation d'un mouvement ondulatoire	197
21.2	La vitesse de propagation des ondes	197
21.3	Interférences	198
21.4	Les conditions aux limites	198
21.5	Ondes stationnaires résonnantes	199
21.6	Ondes complexes et battements	200
21.7	Énergie et quantité de mouvement transportées par les ondes.	200
	La polarisation des ondes transversales	201
21.8	L'effet Doppler	202
	Solution des problèmes	206
CHAPITRE 22 • LES ONDES SONORES		206
	Rappels	207
22.1	La nature physique et la vitesse de propagation du son	208
22.2	Ondes sonores stationnaires	209
22.3	L'intensité des ondes sonores	210
22.4	Les sources sonores. Les détecteurs sonores	210
22.5	La réponse auditive	211
22.6	Les ultrasons	211
	Solution des problèmes	214
CHAPITRE 23 • PROPRIÉTÉS ONDULATOIRES DE LA LUMIÈRE		214
	Rappels	215
23.1	L'indice de réfraction	216
23.2	La réflexion	216
23.3	La réfraction	217
23.4	La réflexion totale	217
23.5	Expérience des fentes de Young	218
23.6	La cohérence	218
23.7	Le réseau de diffraction	219
23.8	Le phénomène de diffraction	220
23.9	La polarisation de la lumière	221
23.10	Diffraction des rayons X et structure des molécules biologiques	221
23.11	L'holographie	221
23.12	Les effets d'interférence dans les films minces	222
	Solution des problèmes	225
CHAPITRE 24 • MIROIRS, LENTILLES ET INSTRUMENTS D'OPTIQUE		225
	Rappels	226
24.1	Les miroirs	226

24.2	Les lentilles	227
24.3	La formation de l'image	227
24.4	La puissance des lentilles ; les aberrations	228
24.5	La loupe	229
24.6	Le microscope optique	229
24.7	L'œil	230
24.8	L'appareil photographique	230
24.9	Résolution et contraste des microscopes	231
24.10	Les défauts optiques de l'œil	231
24.11	La perception des couleurs	232
	Solution des problèmes	232
CHAPITRE 25 • LA RELATIVITÉ RESTREINTE		235
	Rappels	235
25.1	Les principes fondamentaux de la relativité restreinte	236
25.2	Horloges en mouvement et dilatation du temps	236
25.3	Contraction des longueurs	237
25.4	Quantité de mouvement et énergie	237
25.5	Le problème des événements simultanés	239
25.6	L'addition des vitesses	239
	Solution des problèmes	239
CHAPITRE 26 • PROPRIÉTÉS CORPUSCULAIRES DE LA LUMIÈRE : LE PHOTON		242
	Rappels	242
26.1	L'effet photo-électrique	243
26.2	Le photon	244
26.3	Photons et vision	245
	Solution des problèmes	246
CHAPITRE 27 • PROPRIÉTÉS ONDULATOIRES DE LA MATIÈRE		248
	Rappels	248
27.1	Les échecs de la physique classique	249
27.2	L'hypothèse ondulatoire de De Broglie	249
27.3	L'atome de Bohr	251
27.4	Le principe d'incertitude	252
	Solution des problèmes	252
CHAPITRE 28 • MÉCANIQUE QUANTIQUE ET STRUCTURE ATOMIQUE		255
	Rappels	255
28.1	Les nombres quantiques de l'atome d'hydrogène	256
28.2	Structure atomique et tableau périodique	257
28.3	Émission atomique et spectres d'absorption	258
28.4	Masers et lasers	259
	Solution des problèmes	259
CHAPITRE 29 • LA STRUCTURE ATOMIQUE DE LA MATIÈRE		261
	Rappels	261
29.1	La liaison ionique	262

29.2	La liaison covalente	263
29.3	La liaison métallique	263
29.4	Isolants et semi-conducteurs	263
29.5	Les liaisons faibles	264
29.6	Le comportement d'un dipôle magnétique dans un champ magnétique	264
29.7	Mesure de la fréquence de précession	265
29.8	L'appareillage RMN	265
29.9	Le déplacement chimique	265
29.10	Le couplage spin-spin	266
	Solution des problèmes	266
CHAPITRE 30 • PHYSIQUE NUCLÉAIRE		268
	Rappels	268
30.1	La demi-vie	269
30.2	Datation en archéologie et en géologie	270
30.3	Les dimensions nucléaires	270
30.4	Protons et neutrons	271
30.5	Masses nucléaires et énergies de liaison	272
30.6	Les forces nucléaires	273
30.7	Niveaux d'énergie nucléaire et stabilité nucléaire	273
30.8	Les désintégrations radioactives	274
30.9	La fission nucléaire. Réacteurs et bombes à fission	274
30.10	La fusion nucléaire	275
	Solution des problèmes	275
CHAPITRE 31 • RADIATIONS IONISANTES		278
	Rappels	278
31.1	L'interaction des rayonnements avec la matière	279
31.2	Unités de dose de rayonnement	280
31.3	Effets nocifs des radiations. Exposition chronique aux radiations	282
31.4	Radiations en médecine	283
31.5	Autres applications des radiations	283
31.6	Détection et mesure des radiations	283
	Solution des problèmes	284
NUMÉROS DES EXERCICES ET DES PROBLÈMES NON RÉSOLUS		287
CONSTANTES PHYSIQUES FONDAMENTALES		289
DONNÉES ASTRONOMIQUES		289
MASSÉS ATOMIQUES		291