

collection

**PCEM**

# Physique

**Cours, exercices  
et annales corrigées**

Djamel BENREDJEM  
Guillaume KASPERSKI



# Table des matières

## Introduction

i

## 1 Généralités

1

1.1 Vecteurs . . . . .	2
1.2 Calcul différentiel . . . . .	7
1.3 Gradient d'une fonction scalaire . . . . .	13
1.4 Équations différentielles du premier ordre . . . . .	13
1.5 Primitives et intégrales . . . . .	14
1.6 Grandeurs mesurables . . . . .	15
1.7 Calculs d'erreur . . . . .	16
1.8 Calcul d'incertitude . . . . .	16
1.9 Système d'unités, dimensions . . . . .	17
1.10 Équation aux dimensions et analyse dimensionnelle . . . . .	19
1.11 Lois d'échelle . . . . .	20
1.12 Constantes de la physique . . . . .	20
1.13 Exercices . . . . .	23
1.14 Corrigés . . . . .	28

## 2 Cinématique

39

2.1 Coordonnées et trajectoire d'un point . . . . .	39
2.2 Accélération . . . . .	41
2.3 Mouvement circulaire uniforme . . . . .	42
2.4 Changement de référentiel . . . . .	43
2.5 Mouvement uniformément accéléré . . . . .	43
2.6 Abscisse curviligne . . . . .	44
2.7 Exercices . . . . .	45
2.8 Corrigés . . . . .	50

## 3 Dynamique du point matériel

61

3.1 Lois de Newton . . . . .	62
3.2 Référentiels galiléens . . . . .	63
3.3 Les interactions fondamentales . . . . .	64
3.4 Forces de frottement . . . . .	66
3.5 Travail d'une force. Théorème de l'énergie cinétique . . . . .	68
3.6 Énergie potentielle. Énergie mécanique . . . . .	71

3.7	Équilibre	74
3.8	Puits et barrière de potentiel	75
3.9	Moment d'une force et moment cinétique	76
3.10	Exercices	78
3.11	Corrigés	83
<b>4</b>	<b>Dynamique des systèmes matériels</b>	<b>97</b>
4.1	Système de particules	97
4.2	Dynamique du solide	100
4.3	Exercices	106
4.4	Corrigés	109
<b>5</b>	<b>Hydrostatique</b>	<b>117</b>
5.1	Généralités	117
5.2	Pression	118
5.3	Théorème fondamental de l'hydrostatique	118
5.4	Principe d'Archimède	119
5.5	Principe de Pascal	120
5.6	Exercices	122
5.7	Corrigés	124
<b>6</b>	<b>Hydrodynamique</b>	<b>129</b>
6.1	Écoulement laminaire	129
6.2	Dynamique des fluides visqueux	134
6.3	Écoulement turbulent, nombre de Reynolds	141
6.4	Exercices	143
6.5	Corrigés	147
<b>7</b>	<b>Oscillateurs</b>	<b>155</b>
7.1	Introduction	155
7.2	Fonctions périodiques	156
7.3	Oscillateur harmonique	156
7.4	Superposition d'oscillateurs harmoniques	158
7.5	Exercices	160
7.6	Corrigés	161
<b>8</b>	<b>Propagation</b>	<b>165</b>
8.1	Description de la propagation d'une onde	165
8.2	Équation d'onde	167
8.3	Surface d'onde	168
8.4	Longueur d'onde, Période	169
8.5	Onde sur une corde élastique	169
8.6	Propagation du son dans un fluide	171
8.7	Réflexion totale. Ondes stationnaires	175
8.8	Dispersion	177
8.9	Impédance et transmission entre deux milieux	178

8.10 Exercices . . . . .	182
8.11 Corrigés . . . . .	185
<b>9 Effet Doppler</b> . . . . .	<b>193</b>
9.1 Introduction . . . . .	193
9.2 Effet Doppler . . . . .	193
9.3 Application de l'effet Doppler : le cinémomètre . . . . .	195
9.4 Exercices . . . . .	197
9.5 Corrigés . . . . .	199
<b>10 Champ et potentiel électrostatiques</b> . . . . .	<b>201</b>
10.1 Introduction . . . . .	202
10.2 Loi de Coulomb . . . . .	202
10.3 Distribution de charge électrique continue . . . . .	203
10.4 Symétries . . . . .	204
10.5 Champ électrique . . . . .	206
10.6 Théorème de Gauss . . . . .	208
10.7 Travail et circulation . . . . .	213
10.8 Potentiel électrostatique . . . . .	214
10.9 Potentiel électrostatique créé par une charge ponctuelle . . . . .	214
10.10 Potentiel électrostatique d'une distribution de charge continue . . . . .	215
10.11 Surfaces équipotentiellles . . . . .	216
10.12 Énergie potentielle . . . . .	217
10.13 Dipôle électrique . . . . .	217
10.14 Exercices . . . . .	220
10.15 Corrigés . . . . .	223
<b>11 Électrocinétique</b> . . . . .	<b>235</b>
11.1 Introduction . . . . .	235
11.2 Loi d'Ohm . . . . .	236
11.3 Régime stationnaire . . . . .	237
11.4 Courant alternatif . . . . .	241
11.5 Exercices . . . . .	249
11.6 Corrigés . . . . .	253
<b>12 Magnétostatique</b> . . . . .	<b>261</b>
12.1 Introduction . . . . .	261
12.2 Force de Lorentz . . . . .	262
12.3 Force de Laplace . . . . .	262
12.4 Loi de Biot et Savart . . . . .	263
12.5 Exemples . . . . .	264
12.6 Théorème d'Ampère . . . . .	266
12.7 Exercices . . . . .	270
12.8 Corrigés . . . . .	273

<b>13 Annales du concours</b>	<b>281</b>
13.1 Concours 2000-2001	281
13.2 Concours 2001-2002	294
13.3 Concours 2002-2003	305
13.4 Concours 2003-2004	317
13.5 Concours 2004-2005	328
13.6 Concours 2005-2006	339
13.7 Concours 2006-2007	349
13.8 Concours 2007-2008	361
<b>14 Corrigés des annales</b>	<b>373</b>
14.1 Concours 2000-2001	373
14.2 Concours 2001-2002	382
14.3 Concours 2002-2003	390
14.4 Concours 2003-2004	397
14.5 Concours 2004-2005	405
14.6 Concours 2005-2006	412
14.7 Concours 2006-2007	419
14.8 Concours 2007-2008	429
<b>Index</b>	<b>439</b>

Cet ouvrage est destiné principalement aux étudiants de PCEM1. Il prépare également aux concours d'entrée dans les écoles vétérinaires et les écoles d'ingénieurs agronomes (cursus bio-concours). Il peut aussi être utilisé par les étudiants de licence (L1 et L2).

Le volume, consacré à la physique générale, aborde les matières suivantes : la dynamique du point matériel et la dynamique du solide, l'hydrodynamique des fluides parfaits et des fluides réels, les ondes, l'électrostatique, l'électrocinétique et la magnétostatique. Chaque chapitre comporte des exemples résolus et un ensemble d'exercices corrigés. Des sujets de concours accompagnés de leurs corrigés sont également proposés.

*Djamel Benredjem est professeur de physique à l'université de Paris-Sud 11. Il effectue ses recherches au laboratoire Aimé Cotton (CNRS), sur le campus d'Orsay.*

*Guillaume Kasperski est maître de conférences à l'université de Paris-Sud 11. Il effectue ses recherches au laboratoire des Fluides, Automatique et Systèmes Thermiques (FAST, UMR 7608), sur le campus d'Orsay.*

