

PHYSIQUE

1. Mécanique

• HECHT •

AVEC 1627
EXERCICES
CORRIGÉS



de boeck

Table des matières

1 Une introduction à la physique 1

- 1.1 Loi et Théorie 2
- 1.2 Perspective moderne 3

MESURE 8

- 1.3 Longueur 8
- 1.4 Masse et poids 11
- 1.5 Temps 12
- 1.6 Chiffres significatifs 13

LE LANGAGE DE LA PHYSIQUE 15

- 1.7 Équations 16
- 1.8 Graphiques et fonctions 16
- 1.9 Approximations et Vérifications 20
- Résumé 21
- Suggestions pour la résolution des exercices 21
- Questions pour réfléchir 22
- Questions à choix multiples 23
- Problèmes 23

2 Cinématique: vitesse 27

VITESSE SCALAIRE 28

- 2.1 Vitesse scalaire moyenne 28
- 2.2 Vitesse scalaire constante 32
- 2.3 La notation delta: La variation d'une quantité 33
- 2.4 Vitesse scalaire instantanée, la dérivée 34

VECTEUR VITESSE 38

- 2.5 Vecteur déplacement 38
- 2.6 Éléments de calcul vectoriel 39
- 2.7 Vecteur vitesse moyenne 42
- 2.8 Vecteur vitesse instantanée 45

MOUVEMENT RELATIF 50

- 2.9 Vitesse par rapport à... 51
- 2.10 Composantes d'un vecteur 54
- Résumé 60
- Suggestions pour la résolution des exercices 60
- Questions pour réfléchir 61
- Questions à choix multiples 62
- Problèmes 63



3 Cinématique: accélération 69

NOTION D'ACCÉLÉRATION 70

- 3.1 Accélération moyenne 70
- 3.2 Accélération Instantanée: Dérivée seconde 72

MOUVEMENT UNIFORMÉMENT ACCÉLÉRÉ 75

- 3.3 La vitesse moyenne 76
- 3.4 Équations du mouvement uniformément accéléré 79

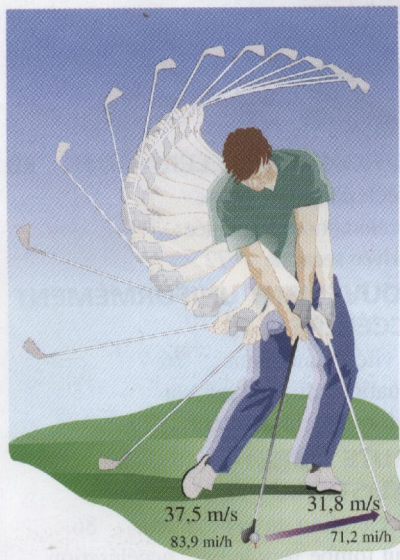
CHUTE LIBRE: BALISTIQUE 84

- 3.5 Accélération de la pesanteur 86
- 3.6 Tout tombe vers le bas: accélération constante 89
- 3.7 Mouvement des projectiles 93
- 3.8 Accélération variable avec le temps: intégrales 101
- Résumé 105
- Suggestions pour la résolution des exercices 105
- Questions pour réfléchir 105
- Questions à choix multiples 107
- Problèmes 107

4 Les trois lois de Newton: quantité de mouvement 115

LA LOI D'INERTIE 116

4.1 Mouvement des projectiles 118
4.2 Force 120
LA DEUXIÈME LOI 125
4.3 Masse 126
4.4 Quantité de mouvement 127
4.5 Impulsion et variation de la quantité de mouvement 128
4.6 Force variable 132
ACTION ET RÉACTION: LA TROISIÈME LOI 135
4.7 Fusées 137
4.8 Conservation de la quantité de mouvement 138
 Résumé 144
 Suggestions pour la résolution des exercices 144
 Questions pour réfléchir 144
 Questions à choix multiples 146
 Problèmes 147



5 Dynamique: force et accélération 153

FORCE, MASSE, ET ACCÉLÉRATION 154
5.1 Mouvement instantané 156
5.2 Poids: force gravitationnelle 158
5.3 Accélération Verticales 162
5.4 Apesanteur effective 164
5.5 Mouvements couplés 166
MOUVEMENT CURVILIGNE 167
5.6 Accélération centripète 168
5.7 Force centripète 169
5.8 Mouvement circulaire 171

FROTTEMENT ET MOUVEMENT 174
5.9 Frottement statique 175
5.10 Mouvement *via* le frottement statique 179
5.11 Frottement cinétique 180
5.12 Frottement avec roulement 182
5.13 Les causes du frottement 182
 Résumé 184
 Suggestions pour la résolution des exercices 185
 Questions pour réfléchir 185
 Questions à choix multiples 186
 Problèmes 187

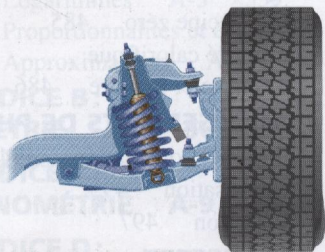
6 Équilibre: statique 193

ÉQUILIBRE DES CORPS EN TRANSLATION 194
6.1 Systèmes de forces parallèles et colinéaires 195
6.2 Systèmes de forces concourantes 197
ÉQUILIBRE DES CORPS EN ROTATION 203
6.3 Moment de forces 204
6.4 Corps rigides 208
ÉQUILIBRE DES SOLIDES 214
6.5 Centre de gravité 214
6.6 Stabilité et Équilibre 218
6.7 Structure, murs, et arches 221
 Résumé 223
 Suggestions pour la résolution des exercices 224
 Questions pour réfléchir 224
 Questions à choix multiples 225
 Problèmes 227

7 La gravité, selon Newton 237

LA LOI DE LA GRAVITATION UNIVERSELLE 238
7.1 Évolution de la loi 238
7.2 Confirmation de la loi en $1/r^2$ par Newton 240
7.3 Le produit des masses 241
7.4 La constante de gravitation 242
7.5 La gravité terrestre 243
7.6 La densité de la Terre 244
7.7 Gravité d'une sphère 245
7.8 Une Terre imparfaite en rotation 246
LA FORCE COSMIQUE 248
7.9 Les lois du mouvement des planètes 248
7.10 Gravité et lois de Kepler 250
7.11 Orbites des satellites 254

- 7.12** Le champ gravitationnel 257
7.13 Nouveaux développements 259
 Résumé 261
 Suggestions pour la résolution des exercices 261
 Questions pour réfléchir 261
 Questions à choix multiples 263
 Problèmes 264



8 Mouvement de rotation 269

CINÉMATIQUE DE LA ROTATION 271

- 8.1** Vitesse angulaire 273
8.2 Accélération angulaire 275
8.3 Cas d'une accélération constante 277

DYNAMIQUE DE LA ROTATION 280

- 8.4** Inertie de rotation 280
8.5 Centre de masse 285
8.6 Roulement sur un plan incliné 287
8.7 Moment cinétique 288
8.8 Conservation du moment cinétique 291
 Résumé 301
 Suggestions pour la résolution des exercices 302
 Questions pour réfléchir 302
 Questions à choix multiples 304
 Problèmes 305

9 L'énergie 311

LE TRANSFERT D'ÉNERGIE 312

- 9.1** Le travail 312
9.2 Puissance 322

ÉNERGIE MÉCANIQUE 324

- 9.3** Énergie cinétique 325
9.4 Énergie Potentielle 329
9.5 Énergie interne 334

CONSERVATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE 335

- 9.6** Énergie mécanique 335
9.7 Perspectives sur l'énergie 337
9.8 Collisions 341

- 9.9** Symétrie et conservation de l'énergie 346
 Résumé 347
 Suggestions pour la résolution des exercices 348
 Questions pour réfléchir 349
 Questions à choix multiples 350
 Problèmes 351

10 Les solides 357

ATOMES ET MATIÈRE 358

- 10.1** La théorie atomique 359
10.2 Le nombre d'Avogadro 359
10.3 Masse volumique 360
10.4 Taille des atomes 362
10.5 États de la matière 363
10.6 Les solides 364

ÉLASTICITÉ 367

- 10.7** La loi de Hooke 367
10.8 Contraintes 373
10.9 Déformations 375
10.10 Résistance des matériaux 377
10.11 Fatigue 380

MODULES ET ÉNERGIE D'ÉLASTICITÉ 381

- 10.12** Module de Young 381
10.13 Module de cisaillement et module de compressibilité 383
 Résumé 386
 Suggestions pour la résolution des exercices 387
 Questions pour réfléchir 387
 Questions à choix multiples 388
 Problèmes 389

11 Les fluides 393

STATIQUE DES FLUIDES 394

- 11.1** Liquides 394
11.2 Gaz 394
11.3 Pression hydrostatique 395
11.4 Loi de Boyle-Mariotte 404



PHYSIQUE

1. Mécanique

• HECHT •



Ce livre est un cours d'introduction à la physique, un retour aux fondements de la discipline. Il couvre l'éventail usuel qui s'étend de la cinématique à la thermodynamique. L'utilisation des mathématiques est réduite à l'essentiel, se contentant de l'analyse élémentaire et ne faisant appel qu'aux notions strictement indispensables du calcul vectoriel. *Physique* laisse de côté les sujets hermétiques ou trop pointus et s'efforce en priorité de faire sentir en profondeur les concepts fondamentaux de la physique moderne.

La présentation de *Physique* fait apparaître les idées progressivement, permettant ainsi à l'étudiant de mieux les assimiler. De plus, la compréhension des sujets abordés est optimisée par le matériel pédagogique mis à la disposition de ce dernier : chaque notion est illustrée par des exemples de la vie quotidienne, en adéquation avec les connaissances empiriques de l'étudiant, des centaines d'illustrations et de schémas en couleurs permettent une meilleure compréhension, et l'histoire des sciences sert de fil conducteur à l'étude de la discipline. Abondamment illustré, chaque chapitre s'achève par un résumé, une série de questions de réflexion et de questions à choix multiple suivies de nombreux exercices variés et concrets, tous résolus.

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants du 1^{er} cycle en sciences universitaires et classes préparatoires aux écoles d'ingénieur.

SOMMAIRE

Chapitre 1 • Une introduction à la physique

Chapitre 2 • Cinématique : vitesse

Chapitre 3 • Cinématique : accélération

Chapitre 4 • Les trois lois de Newton :
quantité de mouvement

Chapitre 5 • Dynamique : force et accélération

Chapitre 6 • Équilibre : statistique

Chapitre 7 • La gravité, selon Newton

Chapitre 8 • Mouvement de rotation

Chapitre 9 • L'énergie

Chapitre 10 • Les solides

Chapitre 11 • Les fluides

Chapitre 12 • Propriétés thermiques de la matière

Chapitre 13 • Chaleur et énergie thermique

Chapitre 14 • Thermodynamique

▶ **Traduction** de la première édition américaine par T. Becherrawy

▶ **Révision** par Joël Martin



9 782804 153809

HEC1MEC

ISBN : 978-2-8041-5380-9