

# PHYSIQUE

# 1 MÉCANIQUE

• Harris BENSON •

3<sup>e</sup> édition

Traduction de Dominique AMROUNI

Adaptation par Marc Séguin, Benoît Villeneuve, Bernard Marcheterre  
et Nicole Lefebvre, avec la collaboration de Martin Riopel

AVEC  
CD-ROM



de boeck

# Table des matières

<b>Chapitre 1 Introduction</b> .....	1
1.1 Qu'est-ce que la physique ? .....	1
1.2 Notions, modèles et théories .....	3
<i>Aperçu historique</i> Théorie géocentrique et théorie héliocentrique ...	6
1.3 Les unités .....	9
1.4 La notation en puissances de dix et les chiffres significatifs ....	11
1.5 L'ordre de grandeur .....	13
1.6 L'analyse dimensionnelle .....	14
1.7 Les référentiels et les systèmes de coordonnées .....	15
<b>Chapitre 2 Les vecteurs</b> .....	21
2.1 Scalaires et vecteurs .....	22
2.2 L'addition des vecteurs .....	24
2.3 Composantes et vecteurs unitaires .....	25
2.4 Le produit scalaire .....	30
2.5 Le produit vectoriel .....	32
<b>Chapitre 3 La cinématique à une dimension</b> .....	43
3.1 La cinématique de la particule .....	43
3.2 Le déplacement et la vitesse .....	44
3.3 La vitesse instantanée .....	46
3.4 L'accélération .....	49
3.5 L'utilisation des aires .....	51
3.6 Les équations de la cinématique à accélération constante .....	53
<i>Méthode de résolution</i> Cinématique .....	54
<i>Aperçu historique</i> La chute des corps .....	60
3.7 La chute libre verticale .....	61
3.8 La vitesse limite .....	64
3.9 La cinématique à une dimension pour une accélération quelconque .....	66
<i>Sujet connexe</i> Les effets physiologiques de l'accélération .....	67
<b>Chapitre 4 L'inertie et le mouvement à deux dimensions</b> .....	81
4.1 La première loi de Newton .....	82
<i>Aperçu historique</i> L'élaboration de la notion d'inertie .....	83
4.2 Le mouvement dans l'espace .....	86
4.3 Le mouvement d'un projectile .....	88
<i>Sujet connexe</i> Les projectiles réels .....	94
4.4 Le mouvement circulaire uniforme .....	97
4.5 Les référentiels d'inertie .....	99
4.6 La vitesse relative .....	100
4.7 La transformation de Galilée .....	105
4.8 Le mouvement circulaire non uniforme .....	107

<b>Chapitre 5</b>	<b>Dynamique de la particule – Partie I</b>	119
5.1	La force et la masse	120
5.2	La deuxième loi de Newton	122
5.3	Le poids	125
5.4	La troisième loi de Newton	127
5.5	Les applications des lois de Newton	129
<i>Méthode de résolution</i>	Dynamique à deux dimensions	129
5.6	Le poids apparent	137
<b>Chapitre 6</b>	<b>Dynamique de la particule – Partie II</b>	151
6.1	Le frottement	151
6.2	La dynamique du mouvement circulaire	157
6.3	Les orbites de satellites	162
6.4	Le mouvement dans un milieu résistant	165
6.5	Les référentiels non inertiels	167
<i>Sujet connexe</i>	Le phénomène du frottement	173
<b>Chapitre 7</b>	<b>Travail et énergie</b>	187
7.1	Le travail effectué par une force constante	188
7.2	Le travail effectué par une force variable dans une dimension	192
7.3	Le théorème de l'énergie cinétique en une dimension	195
7.4	La puissance	198
7.5	Le travail et l'énergie en trois dimensions	201
<i>Sujet connexe</i>	L'énergie et l'automobile	203
<b>Chapitre 8</b>	<b>La conservation de l'énergie</b>	215
8.1	L'énergie potentielle	216
8.2	Les forces conservatives	218
8.3	L'énergie potentielle et les forces conservatives	219
8.4	Les fonctions énergie potentielle	220
8.5	La conservation de l'énergie mécanique	223
<i>Méthode de résolution</i>	Conservation de l'énergie	226
8.6	L'énergie mécanique et les forces non conservatives	230
8.7	Force conservative et fonction énergie potentielle	232
8.8	Les diagrammes d'énergie	233
8.9	Énergie potentielle gravitationnelle, vitesse de libération	234
<i>Sujet connexe</i>	Les trous noirs	238
8.10	Généralisation du principe de conservation de l'énergie	240
<b>Chapitre 9</b>	<b>La quantité de mouvement</b>	253
9.1	La quantité de mouvement	253
9.2	La conservation de la quantité de mouvement	255
<i>Méthode de résolution</i>	Conservation de la quantité de mouvement	258
<i>Aperçu historique</i>	Robert Goddard et les premières fusées	262
9.3	Les collisions élastiques à une dimension	263
9.4	L'impulsion	265

9.5	Comparaison entre la quantité de mouvement et l'énergie cinétique .....	267
9.6	Les collisions élastiques à deux dimensions .....	268
9.7	La propulsion d'une fusée dans l'espace .....	269
<i>Aperçu historique</i> Les chocs et la relativité galiléenne .....		272
<b>Chapitre 10 Les systèmes de particules</b> .....		285
10.1	Le centre de masse .....	285
10.2	Le centre de masse d'un corps rigide .....	289
10.3	Le mouvement du centre de masse .....	291
<i>Aperçu historique</i> L'équivalence masse-énergie, $E = mc^2$ .....		295
10.4	L'énergie cinétique d'un système de particules .....	296
10.5	Le théorème de l'énergie cinétique pour un système de particules .....	297
10.6	Le travail effectué par frottement .....	299
10.7	Les systèmes de masse variable .....	301
<b>Chapitre 11 Rotation d'un corps rigide autour d'un axe fixe</b> .....		311
11.1	La cinématique de rotation .....	312
11.2	Énergie cinétique de rotation et moment d'inertie .....	319
11.3	Moments d'inertie des corps rigides .....	322
11.4	Conservation de l'énergie mécanique incluant l'énergie de rotation .....	325
11.5	Le moment de force .....	327
11.6	Étude dynamique du mouvement de rotation d'un corps rigide autour d'un axe fixe .....	329
11.7	Travail et puissance en rotation .....	333
11.8	Étude dynamique du frottement de roulement .....	334
11.9	La nature vectorielle de la vitesse angulaire .....	336
<b>Chapitre 12 Équilibre statique et moment cinétique</b> .....		353
12.1	L'équilibre statique .....	353
<i>Méthode de résolution</i> Statique .....		355
<i>Sujet connexe</i> Comment une poutre tient à un mur .....		358
12.2	Le centre de gravité .....	360
12.3	Le moment cinétique d'un corps rigide en rotation autour d'un axe fixe .....	361
<i>Sujet connexe</i> Pirouettes et sauts périlleux .....		365
12.4	Les vecteurs moment de force et moment cinétique .....	368
12.5	La dynamique de rotation .....	372
12.6	La conservation du moment cinétique .....	375
12.7	L'équilibre dynamique .....	377
12.8	Spin et moment cinétique orbital .....	378
12.9	Le mouvement gyroscopique .....	379

<b>Chapitre 13 La gravitation</b> .....	397
13.1 La loi de la gravitation de Newton .....	398
13.2 Masse gravitationnelle et masse inertielle .....	400
13.3 Le champ gravitationnel .....	401
13.4 Les lois de Kepler et le mouvement des planètes .....	403
13.5 Les distributions continues de masse .....	406
<i>Aperçu historique</i> Les circonstances de la publication des Principia ...	409
<i>Sujet connexe</i> Les marées .....	411
<b>Chapitre 14 Solides et fluides</b> .....	423
14.1 Masse volumique et densité .....	424
14.2 Les modules d'élasticité .....	425
14.3 La pression dans les fluides au repos .....	428
14.4 Le principe d'Archimède .....	432
14.5 L'équation de continuité .....	434
14.6 L'équation de Bernoulli .....	435
<b>Chapitre 15 Les oscillations</b> .....	449
15.1 L'oscillation harmonique simple .....	450
15.2 Le système bloc-ressort .....	453
15.3 L'énergie dans un mouvement harmonique simple .....	458
15.4 Les pendules .....	460
15.5 La résonance .....	463
<i>Sujet connexe</i> Autant en emporte le vent : l'effondrement du pont de Tacoma Narrows .....	464
15.6 Oscillations amorties et oscillations forcées .....	467
<b>Chapitre 16 Température, dilatation thermique et loi des gaz parfaits</b> .....	483
16.1 La température .....	484
16.2 Les échelles de température .....	484
16.3 Le principe zéro de la thermodynamique .....	485
16.4 L'équation d'état d'un gaz parfait .....	487
16.5 Le thermomètre à gaz .....	489
16.6 La dilatation thermique .....	491
<b>Chapitre 17 Le premier principe de la thermodynamique</b> .....	499
17.1 La chaleur spécifique .....	500
17.2 La chaleur latente .....	503
17.3 L'équivalent mécanique de la chaleur .....	505
17.4 Le travail en thermodynamique .....	507
17.5 Le premier principe de la thermodynamique .....	510
17.6 Applications du premier principe de la thermodynamique .....	512
17.7 Le premier principe appliqué aux gaz parfaits .....	513
17.8 La vitesse du son .....	517
17.9 La transmission de chaleur .....	518

<b>Chapitre 18 La théorie cinétique</b> .....	531
18.1 Le modèle d'un gaz parfait .....	532
18.2 L'interprétation cinétique de la pression .....	532
18.3 L'interprétation cinétique de la température .....	534
18.4 Les chaleurs spécifiques d'un gaz parfait .....	537
18.5 L'équipartition de l'énergie .....	539
18.6 La distribution des vitesses de Maxwell-Boltzmann .....	542
18.7 Le libre parcours moyen .....	544
18.8 L'équation de Van der Waals ; les diagrammes de phase .....	546
<b>Chapitre 19 L'entropie et le deuxième principe de la thermodynamique</b> .....	555
19.1 Les moteurs thermiques et l'énoncé de Kelvin-Planck du deuxième principe .....	557
19.2 Les réfrigérateurs et l'énoncé de Clausius du deuxième principe .....	558
19.3 L'équivalence des énoncés de Kelvin-Planck et de Clausius .....	560
19.4 Les processus réversibles et irréversibles .....	561
19.5 Le cycle de Carnot .....	561
19.6 Le moteur à essence (cycle d'Otto) .....	565
19.7 L'entropie .....	567
19.8 L'entropie et le deuxième principe .....	572
19.9 La disponibilité de l'énergie .....	572
19.10 Entropie et désordre .....	573
19.11 La mécanique statistique .....	574
19.12 Entropie et probabilité .....	575
19.13 L'échelle de température absolue .....	576
<b>Annexes</b>	
A Unités SI .....	583
B Rappels de mathématiques .....	584
C Rappels de calcul différentiel et intégral .....	587
D Tableau périodique des éléments .....	589
E Table des isotopes les plus abondants .....	590
<b>Laboratoires virtuels – Physique animée</b> .....	597
<b>Réponses aux exercices et aux problèmes</b> .....	607
<b>Sources des photographies</b> .....	625
<b>Index</b> .....	627

# PHYSIQUE

1 MÉCANIQUE  
• Harris BENSON •

Cette troisième édition, entièrement revue et corrigée, préserve les caractéristiques qui ont fait la force des précédentes, notamment la clarté, la concision et la cohérence du texte, de même que l'intégration d'éléments d'histoire des sciences, la qualité de la mise en page, la rigueur du code de couleurs utilisé dans les figures et le réalisme de celles-ci. À la fin des chapitres, on trouve plusieurs rubriques de nature pédagogique : un résumé, une liste de termes importants, des séries de questions utiles pour la révision du contenu théorique du chapitre ainsi que des séries d'exercices et de problèmes ; les réponses à tous les exercices et problèmes sont données à la fin de l'ouvrage. Les logiciels de *Physique animée* intégrés dans le CD-Rom joint à l'ouvrage viennent compléter certaines sections du livre et permettent de visualiser des phénomènes qui sont difficiles à représenter au moyen de figures statiques.

*Physique I : Mécanique* est le premier des trois tomes de la série. On y traite, à la suite d'un chapitre introductif, des éléments suivants : vecteurs, cinématique à une dimension, inertie et mouvement à deux dimensions, dynamique de la particule, travail et énergie, conservation de l'énergie, quantité de mouvement, systèmes de particules, rotation d'un corps rigide autour d'un axe fixe, équilibre statique et moment cinétique, gravitation, solides et fluides, oscillations, température, dilatation thermique et loi des gaz parfaits, premier principe de la thermodynamique, théorie cinétique, entropie et deuxième principe de la thermodynamique.



BENTIMEC  
ISBN 2-8041-4549-2

