

Table des matières

L'album photos du livre			
<i>Physique conceptuelle</i>		xvi	
À l'étudiant		xviii	
Au professeur		xix	
Remerciements		xxii	
1 La science		2	
1.1 Mesures scientifiques		3	
<i>Comment Ératosthène a mesuré la circonférence de la Terre</i>		3	
<i>Diamètre de la Lune</i>		4	
<i>Distance Terre-Lune</i>		5	
<i>Distance Terre-Soleil</i>		6	
<i>Diamètre du Soleil</i>		7	
<i>Les mathématiques – Le langage de la science</i>		8	
1.2 Méthode scientifique		8	
<i>La démarche scientifique</i>		8	
1.3 Science, art et religion		12	
■ PSEUDOSCIENCE		13	
1.4 Science et technologie		14	
■ ÉVALUATION DES RISQUES		14	
1.5 Physique – La science fondamentale		15	
1.6 Perspectives		16	
PARTIE 1			
Mécanique		19	
2 Première loi de Newton – Principe d'inertie		20	
2.1 Aristote au sujet du mouvement		21	
<i>Copernic et le mouvement de la Terre</i>		22	
■ ARISTOTE (384 - 322 av. J.-c.)		23	
2.2 Les expériences de Galilée		23	
<i>La Tour penchée de Pise</i>		23	
<i>Les plans inclinés</i>		23	
■ GALILÉE (1564-1642)		24	
2.3 Première loi de Newton		26	
■ ESSAI PERSONNEL		27	
2.4 Force résultante – Force nette et vecteurs		28	
<i>Vecteurs force</i>		29	
2.5 Loi de l'équilibre		30	
■ MISE EN PRATIQUE DE LA PHYSIQUE		31	
2.6 Force normale		32	
2.7 Équilibre des objets en mouvement		33	
2.8 Mouvement de la Terre		34	
3 Mouvement rectiligne		40	
3.1 La description d'un mouvement et les repères (référentiels)		41	
3.2 Vitesse		42	
<i>Vitesse instantanée</i>		42	
<i>Vitesse moyenne</i>		42	
3.3 Vecteur vitesse		43	
<i>Vecteur vitesse constant</i>		44	
<i>Vecteur vitesse variable</i>		44	
3.4 Accélération		44	
<i>Accélération et les plans inclinés de Galilée</i>		46	
3.5 Chute libre		47	
<i>À quelle vitesse ... ?</i>		47	
<i>À quelle distance ... ?</i>		48	
■ DURÉE TOTALE D'UN SAUT		51	
<i>À quelle vitesse la vitesse change ?</i>		51	
3.6 Vecteurs vitesses résultants		52	
4 Deuxième loi de Newton		59	
4.1 Force et Accélération		60	
4.2 Force de frottement		61	
4.3 Masse et Poids		63	
<i>La masse résiste à l'accélération</i>		65	
4.4 Deuxième loi de Newton		65	
4.5 Chute libre – Accélération égale à g		66	
4.6 Chute non libre – Accélération inférieure à g		65	
5 Troisième loi de Newton		76	
5.1 Forces et interactions		77	
5.2 Troisième loi de Newton		78	
<i>Définir son système</i>		79	

16.4 La loi de Newton sur le refroidissement 319
 16.5 Effet de serre 320
 16.6 Changement climatique 321
 16.7 Énergie solaire 322
 ■ LA PHYSIQUE EN PRATIQUE 323
 16.8 Contrôle du transfert de chaleur 323

17 Changements de phase d'un corps pur 328

17.1 États de la matière 329
 17.2 Évaporation 329
 17.3 Condensation 331
Condensation dans l'atmosphère 332
Brouillard et nuages 333
 17.4 Ébullition 333
Geysers 334
L'ébullition est un processus de refroidissement 334
Ébullition et solidification (congélation) en même temps 335
 17.5 Fusion et solidification 335
Alternance gel-dégel 336
 17.6 Énergie et changements de phase 336
 LA PHYSIQUE EN PRATIQUE 340

18 Thermodynamique 345

18.1 Thermodynamique 346
 18.2 Zéro absolu 346
Énergie interne 348
 18.3 Premier principe de la thermodynamique 348
 18.4 Processus adiabatiques 350
 18.5 La météorologie et le premier principe 350
 18.6 Deuxième principe de la thermodynamique 353
Moteurs thermiques 353
 ■ THERMODYNAMIQUE SPECTACULAIRE 355
 18.7 Tendance des énergies à se disperser 356
 18.8 Entropie 358

PARTIE 4 Le son 365

19 Vibrations et ondes 366

19.1 Vibrations 367
Vibration d'un pendule 368
 19.2 Description d'une onde 368
 19.3 Mouvement ondulatoire 370
 ■ LA PHYSIQUE EN PRATIQUE 371
Ondes transversales 371
Ondes longitudinales 371
 19.4 Vitesse d'une onde 372
 19.5 Interférence des ondes 373
Ondes stationnaires 374
 19.6 Effet Doppler 375
 19.7 Vagues d'étrave 377
 19.8 Ondes de choc 377

20 Le son 384

20.1 Nature du son 385
Origine du son 385
Les conducteurs du son 386
 20.2 Son dans l'air 386
 ■ HAUT-PARLEUR 388
Vitesse du son dans l'air 388
 ■ LA PHYSIQUE EN PRATIQUE 389
L'énergie dans les ondes sonores 389
 20.3 Réflexion du son 389
 20.4 Réfraction du son 390
 20.5 Vibrations forcées 392
Fréquence propre 392
 20.6 Résonance 392
 20.7 Interférence 394
 20.8 Battement 395
 ■ ÉMISSIONS DE RADIO 396

21 Sons musicaux 401

21.1 Bruit et musique 402
 21.2 Hauteur 403
 21.3 Intensité sonore et la sonie 404
 21.4 Qualité 405
 21.5 Instruments de musique 406
 21.6 Analyse de Fourier 407
 21.7 De l'analogique au numérique 409

PARTIE 5 Électricité et Magnétisme 415

22 Électrostatique 416

22.1 Électricité 417
Forces électriques 418
 22.2 Charges électriques 418
 22.3 Conservation de la charge 419
 ■ TECHNOLOGIE ÉLECTRONIQUE ET ÉTINCELLES 420
 22.4 Loi de Coulomb 421
 22.5 Conducteurs et isolants 422
Semi-conducteurs 422
Supraconducteurs 423
 22.6 Électrisation 423
Électrisation par frottement et contact 423
Électrisation par induction 424
 22.7 Polarisation électrique 426
 22.8 Champ électrique 427
 ■ FOUR À MICRO-ONDES 428
Blindage électrique 429
 22.9 Potentiel électrique 430
Stockage d'énergie électrique 432
Générateur de Van de Graaff 433

23 Courant électrique 440

23.1 Flux de charge et courant électrique 441
 23.2 Sources de tension 442
 23.3 Résistance électrique 443
 23.4 Loi d'Ohm 444
La loi d'Ohm et le choc électrique 445
 23.5 Courant continu et courant alternatif 447
Convertir le courant alternatif en courant continu 447
 23.6 Vitesse et source des électrons dans un circuit 448
 23.7 Puissance électrique 450
 23.8 Lampes 451
 23.9 Circuits électriques 451
Montage d'un circuit en série 452
 ■ PILES À COMBUSTIBLE 452
Montage d'un circuit en parallèle 453
Circuit en parallèle et surcharge 454
Fusibles de sécurité 455

24 Magnétisme 462

24.1 Magnétisme 463
 24.2 Pôles magnétiques 464
 24.3 Champ magnétique 465
 24.4 Domaines magnétiques 466
 24.5 Courant électrique et champ magnétique 468
 ■ LA PHYSIQUE EN PRATIQUE 468
 24.6 Électro-aimants 468
Électro-aimants supraconducteurs 469
 24.7 Force magnétique 470
Déplacement des particules chargées 470
Fils conducteurs de courant 470
Compteurs d'électricité 471
Moteurs électriques 472
 24.8 Champ magnétique de la Terre 472
Rayons cosmiques 474
 24.9 Biomagnétisme 475
 ■ IRM : IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE 475

25 Induction électromagnétique 480

25.1 Induction électromagnétique 481
 25.2 Loi de Faraday 483
 25.3 Générateurs et courant alternatif 484
 25.4 Production d'énergie 485
Turbogénérateur 485
Générateur MHD 486
 25.5 Transformateurs 486
 25.6 Auto-induction 489
 25.7 Transfert de puissance 490
 25.8 Induction de champ 490

PARTIE 6 Lumière 499

26 Propriétés de la lumière 500

26.1 Ondes électromagnétiques 502
 26.2 Vitesse de l'onde électromagnétique 502
 26.3 Spectre électromagnétique 503
 ■ ANTENNES FRACTALES 504
 26.4 Matériaux transparents 505
 26.5 Matériaux opaques 507
Les ombres 508
 26.6 Perception de la lumière – L'œil 510

27 Les couleurs 518

27.1 La couleur dans notre monde 519
 27.2 Réflexion sélective 519
 27.3 Transmission sélective 521
 27.4 Mélange de lumières colorées 521
 Couleurs primaires 522
 Couleurs complémentaires 523
 27.5 Mélange de pigments colorés 523
 27.6 Pourquoi le ciel est bleu 525
 27.7 Pourquoi les couchers de soleil sont rouges 526
 ■ LA PHYSIQUE EN PRATIQUE 527
 27.8 Pourquoi les nuages sont blancs 528
 27.9 Pourquoi l'eau est bleue verdâtre 528

28 Réflexion et réfraction 533

28.1 Réflexion 534
 Principe du moindre temps 534
 28.2 Loi de la réflexion 535
 Miroirs plans 536
 Réflexion diffuse 537
 28.3 Réfraction 538
 Indice de réfraction 540
 Mirage 540
 28.4 Cause de la réfraction 541
 28.5 Dispersion et arc-en-ciel 543
 28.6 Réflexion totale interne 545
 28.7 Lentilles 547
 Formation de l'image par une lentille 548
 ■ LA PHYSIQUE EN PRATIQUE 549
 28.8 Défauts de la lentille 551

29 Les ondes lumineuses 558

29.1 Principe de Huygens 559
 29.2 Diffraction 561
 29.3 Superposition et interférence 563
 29.4 Interférence dans les couches minces 566
 Couleurs d'interférence 567
 ■ LA PHYSIQUE EN PRATIQUE 568
 29.5 Polarisation 569
 Visualisation en 3D 571
 29.6 Holographie 573

30 Émission de lumière 576

30.1 Émission de lumière 577
 30.2 Excitation 578

30.3 Spectre d'émission 580
 30.4 Incandescence 581
 30.5 Spectre d'absorption 583
 30.6 Fluorescence 584
 30.7 Phosphorescence 585
 30.8 Lampes à incandescence 586
 Lampe fluorescente 587
 Lampe fluorescente compacte 587
 Diode électroluminescente 587
 30.9 Lasers 588

31 Quanta de lumière 596

31.1 Naissance de la théorie quantique 597
 31.2 Quantification et constante de Planck 598
 31.3 Effet photoélectrique 599
 31.4 Dualité onde-particule 601
 31.5 Expérience à double fente 602
 31.6 Particules sous forme d'ondes :
 Diffraction d'électrons 604
 31.7 Principe d'incertitude 606
 31.8 Complémentarité 609
 ■ LA PRÉDICTIBILITÉ ET LE CHAOS 610

PARTIE 7

Physique atomique et nucléaire 615

32 L'atome et le quantum 616

32.1 Découverte du noyau atomique 617
 32.2 Découverte de l'électron 618
 32.3 Spectre atomique : indices sur la structure atomique 620
 32.4 Modèle atomique de Bohr 621
 32.5 Niveaux énergétiques quantifiés :
 Ondes électroniques 622
 32.6 Mécanique quantique 624
 32.7 Principe de correspondance 625
 ■ BOSON DE HIGGS 626

33 Noyau atomique et radioactivité 629

33.1 Rayons X et radioactivité 630
 33.2 Rayonnements alpha, bêta et gamma 631

33.3 Radioactivité naturelle 633
 Unités de mesure des radiations 633
 Doses de rayonnement 634
 Marqueurs radioactifs 635
 33.4 Le noyau atomique et la force forte 636
 33.5 Demi-vie radioactive 639
 33.6 Détecteurs de rayonnement 640
 33.7 Transmutation des éléments 642
 Transmutation naturelle 642
 Transmutation artificielle 644
 33.8 Datation radiométrique 644
 ■ IRRADIATRION DES ALIMENTS 646

34 La fission et la fusion nucléaires 651

34.1 Fission nucléaire 653
 34.2 Réacteurs à fission nucléaire 655
 ■ PLUTONIUM 657
 34.3 Réacteur surgénérateur 658
 34.4 Énergie fissile 658
 34.5 Équivalence masse-énergie 659
 ■ LA PHYSIQUE ET LA SÉCURITÉ AÉROPORTUAIRE 663
 34.6 Fusion nucléaire 663
 34.7 Contrôle de la fusion 666

PARTIE 8

Relativité 671

35 Théorie de la relativité restreinte 672

35.1 Relativité du mouvement 673
 Expérience Michelson et Morley 674
 35.2 Postulats de la théorie de la relativité restreinte 675
 35.3 Simultanéité 676
 35.4 Espace-temps et dilatation du temps 677
 ■ LA MONTRE QUE VOUS PORTIEZ TOUT LE TEMPS ET L'HORLOGE DU VILLAGE ! 681
 Le jumeau voyageur 682

35.5 Addition des vitesses 687
 Voyage dans l'espace 688
 ■ SAUTER DES CENTAINES D'ANNÉES 689
 35.6 Contraction des longueurs 689
 35.7 Quantité de mouvement relativiste 691
 35.8 Masse, énergie et $E = mc^2$ 692
 35.9 Principe de correspondance 695

36 Théorie de la relativité générale 700

36.1 Principe d'équivalence 701
 36.2 Déviation de la lumière par un champ gravitationnel 703
 36.3 Gravitation et temps : décalage vers le rouge gravitationnel 705
 36.4 Gravitation et espace : mouvement de Mercure 707
 36.5 Gravitation, espace et nouvelle géométrie 708
 36.6 Ondes gravitationnelles 710
 36.7 Gravitation newtonienne et einsteinienne 710

Épilogue 715

ANNEXE A Conversions de mesures et d'unités 717

ANNEXE B En savoir plus sur le mouvement 722

ANNEXE C Graphiques 726

ANNEXE D Applications vectorielles 729

ANNEXE E Croissance exponentielle et le temps de doublement 733

Réponses S-1

Glossaire G-1

Crédits photographiques C-1

Index I-1