

## TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION</b> .....	3
Quatre thèmes .....	5
Une histoire philosophique de la physique .....	9
Physique et mathématiques .....	14
<b>CHAPITRE PREMIER : DE LA SCIENCE GRECQUE À LA RÉVOLUTION COPERNICIENNE</b>	17
Physique et mathématiques dans l'Antiquité grecque .....	18
Quelques éléments de théorie aristotélicienne de la science ....	19
La mathématisation des phénomènes naturels .....	26
Physique et cosmologie aristotéliciennes .....	29
Le système de Ptolémée .....	35
La révolution astronomique .....	38
La révolution copernicienne .....	39
Du paradigme ptoléméen au paradigme copernicien .....	44
Les lois de Kepler .....	46
Les observations de Galilée .....	54
<b>CHAPITRE II : GALILÉE ET L'AVÈNEMENT DE LA MÉTHODOLOGIE SCIENTIFIQUE</b>	
<b>DE LA PHYSIQUE CLASSIQUE</b> .....	59
La relativité galiléenne .....	61
La chute des graves .....	69
La théorie de l' <i>impetus</i> .....	69
Que tous les corps chutent avec la même accélération .....	71
De l'usage des expériences de pensée .....	74
Le temps comme variable indépendante .....	75
Que l'accélération croît comme le carré du temps .....	79
La géométrisation de la physique .....	84
Mathématisation et expérimentation .....	92
Galilée platonicien : la thèse de Koyré .....	92
Galilée expérimentateur : la réponse de Drake .....	98

Qu'est-ce qu'un dispositif expérimental ? .....	102
<b>CHAPITRE III : LA PHYSIQUE CARTÉSIENNE : MÉCANISME ET LOIS DE LA NATURE</b>	107
La philosophie mécanique .....	108
Qualités premières et qualités secondes .....	109
Philosophie mécanique et atomisme .....	111
La causalité mécanique .....	114
Les lois de la nature selon Descartes .....	116
Les chocs .....	126
La théorie cartésienne des chocs .....	127
La théorie des chocs de Huygens .....	131
De la force vive à l'énergie cinétique .....	134
La querelle des forces vives .....	135
Travail, énergie cinétique et énergie potentielle .....	140
La querelle du vide .....	143
L'horreur du vide.....	144
Les expériences de Pascal .....	148
<b>CHAPITRE IV : LA MÉCANIQUE NEWTONNIENNE</b> .....	157
Quelques définitions.....	158
L'espace et le temps absolus .....	162
La critique de la conception relativiste du mouvement .....	163
L'espace et le temps absolus selon Newton.....	165
La controverse entre Leibniz et Clarke .....	170
Les lois du mouvement .....	175
La première loi .....	176
Mouvement circulaire uniforme et vitesse instantanée.....	179
La deuxième loi .....	187
La troisième loi .....	191
La loi de gravitation universelle .....	194
La question à 40 shillings.....	194
La gravitation universelle .....	200
Les confirmations expérimentales de la loi de gravitation .....	209
Le paradigme newtonien .....	213
<b>CHAPITRE V : LA MÉCANIQUE ANALYTIQUE</b> .....	217
La formulation différentielle de la loi fondamentale de la mécanique	218

La critique de la notion de force .....	226
Le caractère « constitutif » des mathématiques en physique classique	229
La mécanique analytique.....	231
L'équation des cordes vibrantes .....	232
La formulation lagrangienne de la mécanique classique .....	236
Le principe de moindre action.....	244
La formulation hamiltonienne de la mécanique classique .....	252
La question du déterminisme .....	257
Mathématiques et déterminisme .....	260
Les systèmes chaotiques .....	264
<b>CHAPITRE VI : CHALEUR ET ENTROPIE .....</b>	<b>273</b>
L'équation de propagation de la chaleur et la méthode analytique....	274
Les réflexions de Carnot sur les machines à feu .....	277
La conservation de l'énergie .....	283
La théorie cinétique des gaz, victoire du modèle mécaniste .....	289
Le deuxième principe de la thermodynamique .....	294
Énoncé du deuxième principe .....	294
L'entropie.....	298
Irréversibilité et réduction mécaniste .....	302
Mécanisme et énergétisme .....	304
L'explication statistique de l'entropie .....	308
Le démon de Maxwell .....	309
L'explication boltzmanienne de l'entropie.....	311
Les paradoxes de l'irréversibilité et de la récurrence .....	316
<b>CHAPITRE VII : DES CORPUSCULES AUX CHAMPS .....</b>	<b>321</b>
La conception corpusculaire de la lumière .....	322
La vitesse de la lumière.....	324
La trajectoire rectiligne de la lumière .....	325
La réflexion.....	326
La réfraction.....	327
La théorie ondulatoire de la lumière.....	328
Quelques caractéristiques des ondes lumineuses .....	329
Le principe de Huygens .....	333
L'inférence à la meilleure explication.....	337
Les contributions de Young et Fresnel .....	339

L'expérience de Foucault et la question du holisme .....	344
Électricité et magnétisme .....	347
La notion de champ .....	352
La critique de l'action à distance par Faraday .....	352
La nature des champs .....	353
Champs électrique et magnétique .....	357
La notion de potentiel .....	360
Potentiel et force gravitationnels .....	361
Potentiel et énergie potentielle .....	364
Des notions isomorphes .....	366
L'unification maxwellienne .....	370
Les équations de Maxwell .....	371
La nature électromagnétique de la lumière .....	375
La <i>Bildtheorie</i> de Hertz .....	378
Champs et philosophie mécanique .....	382
Vitesse de la lumière et éther .....	383
Les transformations de Galilée .....	384
Vitesse de la lumière et mouvement .....	386
L'expérience de Michelson et Morley .....	390
<b>CHAPITRE VIII : LA RELATIVITÉ RESTREINTE .....</b>	<b>395</b>
Éther et lumière en 1905 .....	396
Les deux principes fondamentaux .....	398
Conséquences des deux principes fondamentaux .....	402
La relativité de la simultanéité .....	403
La relativité de la durée .....	406
La relativité de la longueur .....	411
Les transformations de Lorentz .....	412
La vitesse de la lumière comme vitesse limite .....	414
Le paradoxe des jumeaux .....	415
Énergie, masse et quantité de mouvement relativistes .....	416
L'énergie relativiste .....	417
Masse relativiste .....	419
Quantité de mouvement relativiste .....	424
Le continuum espace-temps relativiste .....	426
La relativité restreinte et l'univers-bloc .....	432
Une théorie à principes .....	433

La remise en cause du paradigme mécaniste.....	437
<b>CHAPITRE IX : LA RELATIVITÉ GÉNÉRALE.....</b>	<b>441</b>
Champ de gravitation et identité de la masse gravitationnelle et de la masse inertielle .....	442
Excursus sur les expériences de pensée .....	445
L'ascenseur d'Einstein .....	448
La déviation de la lumière .....	451
Relativité générale et géométrie de l'espace-temps.....	453
La courbure de l'espace-temps .....	453
Géométrie et expérience .....	456
Les équations d'Einstein.....	458
Le principe de relativité générale .....	460
La confirmation expérimentale de la relativité générale.....	463
La déviation de la position apparente des étoiles.....	463
L'avance du périhélie de Mercure .....	465
<b>CHAPITRE X : LA MÉCANIQUE QUANTIQUE .....</b>	<b>469</b>
L'ancienne théorie des quanta .....	470
L'effet photoélectrique .....	471
La dualité onde-corpuscule .....	473
Le modèle de Bohr.....	478
La naissance de la mécanique quantique .....	484
Ondes et quantification .....	484
L'équation de Schrödinger.....	486
L'expérience des deux fentes : probabilité, superposition et mesure .	489
L'interprétation probabiliste de Born .....	491
La superposition d'états .....	494
La perturbation de la mesure .....	495
Mécanique quantique et déterminisme .....	496
Déterminisme et mesure .....	496
Les relations d'indétermination de Heisenberg.....	499
Images classiques et mécanique quantique .....	503
Quelques éléments de formalisme quantique .....	506
La réduction du paquet d'onde et le problème de la mesure .....	511
Deux principes d'évolution des systèmes quantiques .....	512
Les états enchevêtrés.....	514

Le chat de Schrödinger .....	516
Complétude et localité de la mécanique quantique .....	517
L'argument EPR et la question du réalisme .....	519
Les inégalités de Bell .....	529
L'interprétation en termes de mondes multiples .....	535
Physique classique et mécanique quantique .....	538
<b>ANNEXE I : LE PENDULE ET L'ESPACE DES PHASES</b> .....	543
<b>ANNEXE II : L'EXPÉRIENCE DE MICHELSON ET MORLEY</b> .....	547
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	551
<b>INDEX</b> .....	574
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	588