

Table des matières

<i>Introduction. Qu'est-ce que la Relativité ?</i>	3
Une nécessaire révision des fondements de la physique	4
La création de la Relativité s'effectue en deux étapes	6
Qu'est-ce que la Relativité restreinte ?	8
Qu'est-ce que la Relativité générale ?	9

Première partie. La Relativité restreinte

<i>1, Les idées de base</i>	15
Première idée : il existe des systèmes de référence où les lois de la physique ont la même forme	16
Deuxième idée : l'espace a les mêmes propriétés en tout point et en toute direction	19
Troisième idée : toutes les horloges d'un référentiel doivent être réglées strictement à la même heure	20
Quatrième idée : tous les phénomènes ont une cause	23
<i>2, Les « mystères » de l'espace-temps</i>	25
La transformation de Galilée	25
Les postulats de Poincaré	28
La transformation de Lorentz-Poincaré	29
Les postulats de Poincaré démontrent l'invariance de la vitesse de la lumière	31
Les muons vivent-ils plus vieux lorsqu'ils voyagent ?	33
Une théorie des rapports entre les horloges et les mètres	36
Temps propre et temps impropre	39
Longueur propre et longueur impropre	41
L'espace-temps	43

<i>3, La mécanique devient relativiste</i>	47
Une vitesse qu'on ne peut dépasser	47
La masse fait preuve d'inertie	49
Que sont la masse et l'énergie devenues ?	51
Loi fondamentale de la dynamique relativiste	54
Nécessité d'une vitesse limite	55
<i>4, Les expériences confirment la théorie</i>	59
Des horloges atomiques pour vérifier la relativité du temps	59
Invariance de la vitesse de la lumière	61
Particules à très haute énergie	63
Équivalence entre la masse et l'énergie : $E = mc^2$	66
Mécanique quantique relativiste	68

Deuxième partie. La Relativité générale

<i>5, Les idées de base</i>	75
Laplace et Poincaré s'interrogent sur la gravitation.....	75
Première idée : il existe une équivalence entre la gravitation et l'accélération	76
Deuxième idée : il n'y a pas de systèmes de référence privilégiés	79
Troisième idée : la géométrie d'un référentiel accéléré n'est plus euclidienne	80
Quatrième idée : les propriétés géométriques de l'espace-temps sont déterminées par des phénomènes physiques	81
<i>6, Les espaces de Riemann</i>	83
De la difficulté pour fabriquer des systèmes de référence	83
Espaces de Riemann à deux dimensions	85
Les coordonnées de Gauss	87
Espaces de Riemann de dimension quelconque	89
Le calcul tensoriel en physique	90
<i>7, La gravitation devient relativiste</i>	95
Le problème fondamental de la Relativité générale	95
Les mollusques de référence	96
Le principe de relativité généralisée	97
Gravitation et géométrie	98
Les équations fondamentales de la Relativité générale	101
<i>8, Les tests confirment la théorie</i>	105
Les orbites planétaires	105
La déviation des rayons lumineux au voisinage du Soleil	108
Le décalage gravitationnel vers le rouge	112
Les pulsars	113

<i>9, La cosmologie relativiste</i>	117
Les cosmologies prérelativistes	118
La « plus grande erreur » de la vie d'Einstein	121
La révolution scientifique d'Alexandre Friedmann	124
La création relativiste de l'Univers par Monseigneur Georges Lemaître	127
La cosmologie est encore nébuleuse	131
 <i>Annexe. La transformation de Lorentz-Poincaré</i>	 135
Conséquences immédiates des idées de base	135
Le principe de relativité de Poincaré doit s'appliquer à lui-même	136
Constante de structure de l'espace-temps	137
 <i>Bibliographie</i>	 139