

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

3, <i>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
4, <i>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

5, <i>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
6, <i>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
7, <i>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
8, <i>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