

Table des matières



Introduction	3
Le concept d'éther et sa définition	3
1. L'éther de l'Antiquité au début du XIX^e siècle.....	11
1.1. L'éther d'Aristote.....	11
1.2. L'éther luminifère.....	12
1.3. L'éther de Descartes, Malebranche et Huygens	12
1.3.1. Descartes	12
1.3.2. Malebranche.....	16
1.3.3. La théorie ondulatoire de la lumière	17
1.3.3.1. La diffraction	17
1.3.3.2. La double réfraction.....	17
1.3.3.3. L'optique ondulatoire de Huygens	18
1.4. La découverte de la polarisation	28
1.5. L'éther d'Euler	29
1.6. L'éther de Jean Bernoulli le jeune (1710-1790)	30
2. Le <i>Sensorium Dei</i> de Newton	33
2.1. Le texte de Newton	33
2.2. Les circonstances de la publication de la correspondance Leibniz-Clarke	38
2.3. La dispute entre Leibniz et Newton sur le plan de la physique .	41
3. La physique de Newton	45
3.1. L'éther luminifère selon Newton.....	46
3.2 La lettre de Newton à Boyle de 1679	48
3.3. L'éther, repère absolu dans la mécanique newtonienne.....	49

Table des matières

3.4. Les mouvements absolus et relatifs dans la mécanique de Newton.....	52
3.5. Les théorèmes de Huygens sur la force centrifuge résultant du mouvement circulaire	57
3.6. Les autres occurrences du concept d'éther dans l'œuvre de Newton	60
4. La vitesse de la lumière et l'aberration des étoiles.....	65
4.1. L'évaluation de la vitesse de la lumière par Römer en 1676.....	65
4.2. L'aberration des étoiles fixes	67
4.2.1. La découverte par Bradley.....	67
4.2.2. Calcul de l'aberration des étoiles fixes.....	70
4.2.3. La théorie de Stokes relative à l'aberration.....	72
4.2.4. La formule relativiste de l'aberration	74
5. L'Optique et l'éther de Young	77
5.1. L'expérience des fentes de Young	78
5.2. Interprétation quantique.....	80
6. L'hypothèse de l'entraînement de l'éther	83
6.1. L'éther et la vitesse de la lumière dans les milieux réfringents ...	84
6.2. L'hypothèse d'entraînement partiel de l'éther selon Fresnel.....	84
7. Les travaux de Fresnel	93
8. L'expérience cruciale de Léon Foucault	103
9. Le concept de ligne de force de Faraday et sa relation avec l'éther	109
9.1. Les lignes de force de Cabirol à Faraday.....	109
9.2. Les travaux initiaux de William Thomson	112
10. Les théories de l'éther considéré comme un solide élastique.....	115
10.1. Les équations de Navier et de Poisson	115
10.2. Les théories successives de l'éther luminifère de Cauchy.....	117

Table des matières

10.2.1. Les mémoires de 1828 et 1830	117
10.2.2. Le mémoire sur la dispersion de 1836	121
10.2.3. L'éther contractile	123
10.3. L'éther de George Green	123
10.4. L'éther de James MacCullagh	124
10.5. L'éther universel de Joseph Boussinesq	124
11. Les premières expériences	125
11.1. Les expériences sur la vitesse de la lumière dans les milieux réfringents	125
11.1.1. L'expérience de Fizeau.....	125
11.2. Les expériences destinées à détecter un vent d'éther	126
11.2.1. L'expérience de Hoek.....	127
11.3. L'effet Sagnac	128
11.4. La contribution d'Elie Mascart	130
11.5. Les expériences du second ordre en v/c	130
11.5.1. L'expérience de Michelson-Morley	130
11.5.2. L'expérience de Trouton et Noble	134
11.6. Les expériences d'électrodynamique des corps en mouvement	141
12. L'éther à la fin du XIX^e siècle.....	143
12.1. L'éther de William Thomson	143
12.2. L'éther de Joseph Larmor.....	144
12.3. L'éther de George FitzGerald.....	145
12.4. L'éponge de Vortex (<i>Vortex Sponge</i>) d'O. Lodge	146
12.5. L'éther de Hertz.....	147
12.6. L'éther de Drude	148
12.7. Les doutes de Rowland	150
12.8. Les idées de J.J. Thomson	150
12.9. L'éther de Paul Langevin.....	157
12.10. L'éther d'Emil Weichert.....	157
13. L'électromagnétisme de Maxwell	159
13.1. L'élaboration du traité de 1873.....	159
13.2. L'éther de Maxwell	168

Table des matières

13.3. La jauge de Lorentz.....	169
13.4. Le modèle mécanique d'éther	169
13.5. Comparaison de la théorie électromagnétique de la lumière avec la théorie élastique	184
14. L'éther de H.A. Lorentz.....	185
14.1. Vers les transformations de Lorentz.....	185
14.2. La théorie des électrons de Lorentz	192
14.3. Les équations de Maxwell-Lorentz commentées par W. Ritz.....	194
14.4. Les conséquences de la théorie de Lorentz sur la représentation de l'éther	199
15. L'action à distance versus la vitesse finie de la propagation du champ électromagnétique.....	201
15.2. Les vibrations de la lumière de Ludwig Lorenz.....	202
15.3. L'éther conducteur de Ludwig Lorenz	204
15.4. Les commentaires de Poincaré sur l'électrodynamique	205
16. Rappels de notions de physique	219
16.1. Les Ondes.....	219
16.2. Les lignes de force et le champ.....	219
16.3. Le lagrangien	220
16.4. L'Hamiltonien	221
16.5. Les crochets de Lagrange, de Poisson et de Dirac	221
16.5.1. La théorie de la variation des constantes arbitraires de Lagrange.....	222
16.5.2. Les contributions de Poisson à la théorie de la variation des constantes arbitraires.....	224
16.5.3. Les crochets de Dirac	225
16.6. Les groupes.....	226
16.7. Les théories de jauge	227
17. La relativité restreinte	231
17.1. Les travaux initiaux de H.A. Lorentz.....	231
17.2. Les travaux de Poincaré.....	236

Table des matières

17.3. La formule d'addition des vitesses et la cinématique de la relativité restreinte dans les travaux de Poincaré	245
17.4. La publication des Rendiconti	249
17.5. La première publication d'Einstein sur la relativité restreinte	251
17.6. Comparaison des formalismes de Poincaré et d'Einstein	263
17.7. Les formules de la relativité restreinte.....	267
17.8. L'espace-temps en relativité restreinte.....	270
17.9. Le mémoire de Max von Laue	272
18. L'électromagnétisme de Walther Ritz	277
18.1. Les recherches critiques sur l'électrodynamique.....	277
18.2. Du rôle de l'éther en physique	280
19. La relativité générale d'Einstein	293
19.1. Les travaux préliminaires à la relativité générale (1907-1911)	293
19.2. La période 1912-1915	297
19.3. L'apport de Lorentz	303
19.3.1 La gravitation	303
19.3.2. La covariance.....	305
19.3.3. Principe de Hamilton.....	306
19.3.4. L'éther de Lorentz	307
19.4. Premières vérifications expérimentales de la relativité générale	309
19.4.1. L'avance du périhélie de Mercure	310
19.4.2. La déviation des rayons lumineux	311
19.4.3. Le décalage vers le rouge	314
19.5. Analyse du mémoire d'Einstein : Die grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie, 1916.....	314
20. L'éther d'Einstein	321
20.1. Le papier initial de 1905	332
20.2. Le principe de relativité et ses conséquences sur la physique moderne, de 1910	323
20.3. La théorie de la relativité générale de 1916	332
20.4. Le dialogue au sujet des objections contre la théorie de la relativité, 1918	334

Table des matières

20.5. Le mémoire Aether et relativité de 1920	334
20.6. Sur l'éther (<i>Über den Äther</i>), 1924.....	344
20.7. Comment je vois le monde 1934	345
20.8. L'évolution des idées en physique, 1938	347
21. L'inertie et l'éther de Mach	349
21.1. Le principe d'inertie de Mach	349
21.2. Les cosmologies relativistes	354
21.2.1. La loi de Hubble	356
21.2.2. L'univers de De Sitter.....	357
21.2.3. La cosmologie non statique d'Alexander Friedmann.....	357
22. Les théories de De Broglie et De Broglie-Bohm de l'onde-pilote	361
22.1. La mécanique ondulatoire de De Broglie	361
22.2. Les théories de l'onde-pilote ou théorie de la double solution.....	364
22.3. Les ondes de matière de Louis de Broglie.....	364
23. Les travaux de P.A.M. Dirac	371
23.1. L'électrodynamique quantique de Dirac.....	371
23.1.1. La mécanique des q-nombres.....	371
23.1.2. Les équations de Dirac de la mécanique quantique	373
23.2. L'équation de Klein-Gordon.....	377
23.3. Développement de Fourier.....	378
23.4. La deuxième quantification	379
23.5. La théorie quantique des champs et la renormalisation.	379
23.6. L'éther de Dirac.....	382
24. Le fond diffus cosmologique, référentiel inertiel privilégié	385
24.1. La nucléosynthèse primordiale.....	385
24.2. Le Big Bang.....	386
24.3. L'origine du fond diffus cosmologique et sa découverte	390
24.4. Le fond diffus cosmologique, repère privilégié	396

25. Le paradoxe EPR, la flèche du temps et l'éther	397
25.1. Conceptions classique et quantique de la matière	397
25.2. L'interprétation de Bohr de la mécanique quantique	399
25.3. Le paradoxe EPR	403
25.4. Le théorème de Bell	408
25.5. L'expérience Aspect	410
25.6. L'approche de Bohm du paradoxe EPR	411
25.7. L'inégalité de Leggett-Garg	411
25.8. La flèche du temps	412
25.8.1. La réversibilité des équations de Maxwell-Lorentz	413
25.8.2. L'expérience CPLEAR du CERN et la flèche du temps à l'échelle microscopique	414
25.9. L'expérience de pensée de Wheeler du choix retardé	415
26. Le vide, éther de la physique quantique et l'énergie du vide	417
26.1. Le vide de Dirac	417
26.2. Le vide de la théorie quantique des champs	418
26.3. Le vide est l'éther de la physique quantique	419
26.4. L'énergie du vide	421
26.4.1. Énergie du vide et énergie noire	421
26.4.2. La constante cosmologique ou énergie noire	422
26.5. La matière noire	423
26.5.1. La quintessence	423
26.5.2. Les axions	423
Conclusion	425
Bibliographie	427