

T2 - ~~ex~~ 1

v. d'Inventaire A.5337

Ex. 1 2018-80

L. LANDAU ET E. LIFCHITZ

M  
5018-80  
1980

# THÉORIE DES CHAMPS

PH  
5168-80  
5018-80

Troisième édition revue et complétée



  
A.53-37 T.2 EX.1

ÉDITIONS MIR  
MOSCOU 1970

## TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos à la première édition française . . . . .	5
Avant-propos à la troisième édition française . . . . .	7
Quelques notations . . . . .	8
<b>CHAPITRE PREMIER. LE PRINCIPE DE RELATIVITÉ . . . . .</b>	<b>9</b>
§ 1. Vitesse de propagation des interactions . . . . .	9
§ 2. Intervalle . . . . .	12
§ 3. Temps propre . . . . .	18
§ 4. Transformation de Lorentz . . . . .	20
§ 5. Transformation de la vitesse . . . . .	23
§ 6. Quadrivecteurs . . . . .	26
§ 7. Quadrivitesse . . . . .	36
<b>CHAPITRE II. MÉCANIQUE RELATIVISTE . . . . .</b>	<b>39</b>
§ 8. Principe de moindre action . . . . .	39
§ 9. Énergie et impulsion . . . . .	41
§ 10. Transformation de la fonction de distribution . . . . .	46
§ 11. Désintégration des particules . . . . .	47
§ 12. Section invariante . . . . .	52
§ 13. Collisions élastiques de particules . . . . .	54
§ 14. Moment cinétique . . . . .	59
<b>CHAPITRE III. CHARGE DANS UN CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE . . . . .</b>	<b>63</b>
§ 15. Les particules élémentaires en Relativité . . . . .	63
§ 16. Quadripotential du champ . . . . .	65
§ 17. Équations du mouvement d'une charge dans un champ . . . . .	67
§ 18. Invariance de jauge . . . . .	71
§ 19. Champ électromagnétique constant . . . . .	72
§ 20. Mouvement dans un champ électrique uniforme constant . . . . .	74
§ 21. Mouvement dans un champ magnétique uniforme constant . . . . .	76
§ 22. Mouvement d'une charge dans des champs électrique et magnétique uniformes constants . . . . .	79

§ 23.	Tenseur du champ électromagnétique . . . . .	85
§ 24.	Transformation de Lorentz pour le champ . . . . .	87
§ 25.	Invariants du champ . . . . .	89
CHAPITRE IV. ÉQUATIONS DU CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE . . . . .		92
§ 26.	Premier groupe d'équations de Maxwell . . . . .	92
§ 27.	L'action pour le champ électromagnétique . . . . .	94
§ 28.	Quadrivecteur courant . . . . .	97
§ 29.	Equation de continuité . . . . .	99
§ 30.	Deuxième groupe d'équations de Maxwell . . . . .	102
§ 31.	Densité et flux d'énergie . . . . .	105
§ 32.	Tenseur d'énergie-impulsion . . . . .	106
§ 33.	Tenseur d'énergie-impulsion du champ électromagnétique . . . . .	111
§ 34.	Théorème du viriel . . . . .	115
§ 35.	Tenseur d'énergie-impulsion de corps macroscopiques . . . . .	117
CHAPITRE V. CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE CONSTANT . . . . .		121
§ 36.	Loi de Coulomb . . . . .	121
§ 37.	Energie électrostatique des charges . . . . .	122
§ 38.	Champ d'une charge en mouvement uniforme . . . . .	125
§ 39.	Mouvement dans un champ coulombien . . . . .	128
§ 40.	Moment dipolaire . . . . .	131
§ 41.	Moments multipolaires . . . . .	133
§ 42.	Système de charges dans un champ extérieur . . . . .	136
§ 43.	Champ magnétique constant . . . . .	138
§ 44.	Moment magnétique . . . . .	140
§ 45.	Théorème de Larmor . . . . .	143
CHAPITRE VI. ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES . . . . .		146
§ 46.	Equation des ondes . . . . .	146
§ 47.	Ondes planes . . . . .	148
§ 48.	Onde monochromatique plane . . . . .	153
§ 49.	Décomposition spectrale . . . . .	159
§ 50.	Lumière partiellement polarisée . . . . .	161
§ 51.	Décomposition du champ électrostatique . . . . .	167
§ 52.	Oscillations propres du champ . . . . .	169
CHAPITRE VII. PROPAGATION DE LA LUMIÈRE . . . . .		174
§ 53.	Optique géométrique . . . . .	174
§ 54.	Intensité . . . . .	178
§ 55.	Eikonale angulaire . . . . .	181
§ 56.	Faisceaux fins de rayons . . . . .	183
§ 57.	Représentation par des faisceaux larges de rayons . . . . .	190
§ 58.	Les limites de l'optique géométrique . . . . .	193
§ 59.	Diffraction . . . . .	195
§ 60.	Diffraction de Fresnel . . . . .	202
§ 61.	Diffraction de Fraunhofer . . . . .	206
CHAPITRE VIII. CHAMP DE CHARGES EN MOUVEMENT . . . . .		212
§ 62.	Potentiels retardés . . . . .	212
§ 63.	Potentiels de Liénard-Wiechert . . . . .	215
§ 64.	Décomposition spectrale des potentiels retardés . . . . .	219
§ 65.	Fonction de Lagrange limitée aux termes du second ordre . . . . .	221

CHAPITRE IX. RAYONNEMENT D'ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES . . . . . 228

66.	Champ d'un système de charges aux grandes distances . . . . .	228
67.	Rayonnement dipolaire . . . . .	232
68.	Rayonnement dipolaire pendant les chocs . . . . .	237
69.	Rayonnement de freinage de petites fréquences . . . . .	240
70.	Rayonnement lors d'interaction coulombienne . . . . .	242
71.	Rayonnement quadrupolaire et magnéto-dipolaire . . . . .	251
72.	Champ de rayonnement à faibles distances . . . . .	254
73.	Rayonnement d'une charge en mouvement rapide . . . . .	257
74.	Rayonnement d'une charge dans un champ magnétique uniforme constant . . . . .	262
75.	Freinage de rayonnement . . . . .	269
76.	Freinage de rayonnement dans le cas relativiste . . . . .	277
77.	Décomposition spectrale d'un rayonnement dans le cas ultrarelativiste . . . . .	280
78.	Diffusion par des charges libres . . . . .	285
79.	Diffusion d'ondes de petites fréquences . . . . .	292
80.	Diffusion d'ondes de grandes fréquences . . . . .	293

CHAPITRE X. PARTICULES DANS UN CHAMP DE GRAVITATION . . . . . 298

81.	Champs de gravitation en mécanique non relativiste . . . . .	298
82.	Champs de gravitation en mécanique relativiste . . . . .	300
83.	Coordonnées curvilignes . . . . .	304
84.	Distances et durées . . . . .	308
85.	Dérivation covariante . . . . .	314
86.	Lien entre les symboles de Christoffel et le tenseur métrique . . . . .	320
87.	Mouvement d'une particule dans un champ de gravitation . . . . .	323
88.	Champ gravitationnel constant . . . . .	327
89.	Rotation . . . . .	336
90.	Equations de l'électrodynamique en présence d'un champ de gravitation . . . . .	337

CHAPITRE XI. ÉQUATIONS DU CHAMP DE GRAVITATION . . . . . 341

91.	Tenseur de courbure . . . . .	341
92.	Propriétés du tenseur de courbure . . . . .	344
93.	L'action pour un champ de gravitation . . . . .	352
94.	Tenseur d'énergie-impulsion . . . . .	355
95.	Equations du champ de gravitation . . . . .	361
96.	Loi de Newton . . . . .	368
97.	Champ de gravitation central symétrique . . . . .	373
98.	Mouvement dans un champ de gravitation central symétrique . . . . .	380
99.	Référentiel synchrone . . . . .	384
100.	Collaps gravitationnel . . . . .	391
101.	Pseudo-tenseur d'énergie-impulsion . . . . .	402
102.	Ondes de gravitation . . . . .	411
103.	Solutions exactes, dépendant d'une variable, des équations du champ de gravitation . . . . .	416
104.	Champ de gravitation loin des corps . . . . .	423
105.	Rayonnement d'ondes de gravitation . . . . .	428
106.	Equations du mouvement d'un système de corps en seconde approximation . . . . .	431

CHAPITRE XII. COSMOLOGIE RELATIVISTE . . . . .	
§ 107. Espace isotrope . . . . .	
§ 108. Métrique spatio-temporelle de modèle isotrope fermé . . . . .	
§ 109. Métrique spatio-temporelle de modèle isotrope ouvert . . . . .	
§ 110. Déplacement des raies spectrales vers le rouge . . . . .	
§ 111. Stabilité gravitationnelle de l'Univers isotrope . . . . .	
§ 112. Espaces homogènes . . . . .	
§ 113. Régime oscillatoire à l'approche d'un point singulier . . . . .	
§ 114. Caractère de la singularité dans la solution cosmologique générale des équations de la gravitation . . . . .	
Index . . . . .	