

L. D. LANDAU

E. M. LIFSCHITZ

LEHRBUCH  
DER THEORETISCHEN  
PHYSIK

VIII

---

ELEKTRODYNAMIK  
DER KONTINUA

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

# LEHRBUCH DER THEORETISCHEN PHYSIK

von

L. D. LANDAU † · E. M. LIFSCHITZ

In deutscher Sprache herausgegeben

von

Prof. Dr. PAUL ZIESCHE

im Auftrag der Sektion Physik  
der Technischen Universität Dresden

Band VIII

## ELEKTRODYNAMIK DER KONTINUA



---

AKADEMIE - VERLAG · BERLIN

1974

## INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel I. Elektrostatik von Leitern . . . . .	1
§ 1. Das elektrostatische Feld von Leitern . . . . .	1
§ 2. Die Energie des elektrostatischen Feldes von Leitern . . . . .	4
§ 3. Lösungsmethoden elektrostatischer Aufgaben . . . . .	10
§ 4. Leitendes Ellipsoid . . . . .	24
§ 5. Kräfte, die auf einen Leiter wirken . . . . .	36
Kapitel II. Elektrostatik der Nichtleiter . . . . .	44
§ 6. Das elektrostatische Feld in Nichtleitern . . . . .	44
§ 7. Die dielektrische Permeabilität . . . . .	46
§ 8. Das dielektrische Ellipsoid . . . . .	51
§ 9. Die dielektrische Permeabilität einer Mischung . . . . .	55
§ 10. Thermodynamische Beziehungen für Dielektrika im elek- trischen Feld . . . . .	57
§ 11. Die freie Energie des dielektrischen Körpers . . . . .	63
§ 12. Elektrostriktion isotroper Dielektrika . . . . .	66
§ 13. Dielektrische Eigenschaften von Kristallen . . . . .	70
§ 14. Das Vorzeichen der dielektrischen Suszeptibilität . . . . .	76
§ 15. Elektrische Kräfte in einer dielektrischen Flüssigkeit . . . . .	78
§ 16. Elektrische Kräfte in Festkörpern . . . . .	83
§ 17. Piezoelektrische Körper . . . . .	88
§ 18. Thermodynamische Ungleichungen . . . . .	96
§ 19. Ferroelektrizität . . . . .	101
Kapitel III. Konstante Ströme . . . . .	111
§ 20. Stromdichte und Leitfähigkeit . . . . .	111
§ 21. Der HALL-Effekt . . . . .	115
§ 22. Kontaktpotentiale . . . . .	118
§ 23. Galvanische Elemente . . . . .	121
§ 24. Elektrokapillarität . . . . .	123
§ 25. Thermoelektrische Erscheinungen . . . . .	125
§ 26. Elektrische Diffusionserscheinungen . . . . .	131
Kapitel IV. Zeitunabhängige Magnetfelder . . . . .	135
§ 27. Das zeitunabhängige Magnetfeld . . . . .	135
§ 28. Magnetische Symmetrie von Kristallen . . . . .	138
§ 29. Das Magnetfeld konstanter Ströme . . . . .	142

§ 30. Thermodynamische Beziehungen im Magnetfeld . . . . .	151
§ 31. Die freie Energie magnetischer Substanzen . . . . .	153
§ 32. Die Energie eines Systems von Strömen. . . . .	156
§ 33. Die Selbstinduktion linienförmiger Leiter . . . . .	160
§ 34. Kräfte im Magnetfeld. . . . .	167
§ 35. Gyromagnetische Erscheinungen . . . . .	170
Kapitel V. Ferromagnetismus . . . . .	173
§ 36. Ferromagnetika in der Nähe des CURIE-Punktes . . . . .	173
§ 37. Die Energie bei ferromagnetischer Anisotropie . . . . .	176
§ 38. Magnetostriktion von Ferromagnetika . . . . .	183
§ 39. Die Bezirksstruktur von Ferromagnetika . . . . .	187
§ 40. Der antiferromagnetische CURIE-Punkt . . . . .	195
Kapitel VI. Supraleitfähigkeit . . . . .	197
§ 41. Magnetische Eigenschaften von Supraleitern . . . . .	197
§ 42. Supraleitender Strom . . . . .	200
§ 43. Das kritische Feld . . . . .	204
§ 44. Der Zwischenzustand. . . . .	210
Kapitel VII. Das quasistationäre elektromagnetische Feld 218	
§ 45. FOUCAULTSche Ströme . . . . .	218
§ 46. Der Skinneffekt. . . . .	229
§ 47. Komplexer Widerstand . . . . .	231
§ 48. Die Kapazität in einem quasistationären Stromkreis . . . . .	236
§ 49. Die Bewegung eines Leiters im Magnetfeld . . . . .	241
§ 50. Stomerregung durch Beschleunigung. . . . .	246
Kapitel VIII. Magnetohydrodynamik. . . . .	250
§ 51. Die Bewegungsgleichungen für eine Flüssigkeit im Magnetfeld . . . . .	250
§ 52. Magnetohydrodynamische Wellen . . . . .	256
§ 53. Tangentiale und Rotationsunstetigkeiten . . . . .	262
§ 54. Stoßwellen . . . . .	269
§ 55. Das spontane Magnetfeld bei turbulenter Bewegung einer leitenden Flüssigkeit . . . . .	275
Kapitel IX. Die elektromagnetischen Wellengleichungen 281	
§ 56. Die Feldgleichungen in einem Dielektrikum bei fehlender Dispersion . . . . .	281
§ 57. Elektrodynamik sich bewegender Dielektrika . . . . .	285
§ 58. Die Dispersion der dielektrischen Permeabilität . . . . .	291
§ 59. Die dielektrische Permeabilität bei sehr großen Frequenzen 295	
§ 60. Die Dispersion der magnetischen Permeabilität . . . . .	296
§ 61. Die Feldenergie in Medien mit Dispersion . . . . .	298
§ 62. Die Relation zwischen Realteil und Imaginärteil von $\epsilon(\omega)$ 302	
§ 63. Die ebene monochromatische Welle. . . . .	309
§ 64. Transparente Medien . . . . .	313

Kapitel X. Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen	317
§ 65. Geometrische Optik . . . . .	317
§ 66. Reflexion und Brechung von Wellen . . . . .	320
§ 67. Oberflächenimpedanz von Metallen . . . . .	329
§ 68. Die Ausbreitung von Wellen im inhomogenen Medium . . . . .	335
§ 69. Das Reziprozitätsprinzip . . . . .	339
§ 70. Elektromagnetische Schwingungen in Hohlraumresonatoren	341
§ 71. Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in Wellenleitern . . . . .	345
§ 72. Die Streuung elektromagnetischer Wellen an kleinen Teilchen . . . . .	352
§ 73. Die Absorption elektromagnetischer Wellen durch kleine Teilchen . . . . .	356
§ 74. Beugung an einem Keil . . . . .	358
§ 75. Beugung an einem ebenen Schirm . . . . .	362
Kapitel XI. Elektromagnetische Wellen in anisotropen Medien . . . . .	366
§ 76. Die dielektrische Permeabilität der Kristalle. . . . .	366
§ 77. Die ebene Welle im anisotropen Medium . . . . .	368
§ 78. Optische Eigenschaften einachsiger Kristalle. . . . .	375
§ 79. Zweiachsige Kristalle . . . . .	379
§ 80. Doppelbrechung im elektrischen Feld . . . . .	384
§ 81. Dynamoelektrische Erscheinungen . . . . .	385
§ 82. Magnetooptische Effekte . . . . .	386
§ 83. Natürliche optische Aktivität . . . . .	394
Kapitel XII. Durchgang schneller Teilchen durch Substanzen . . . . .	402
§ 84. Ionisationsverluste schneller Teilchen im Medium. Nichtrelativistischer Fall. . . . .	402
§ 85. Ionisationsverluste schneller Teilchen im Medium. Relativistischer Fall . . . . .	408
§ 86. TSCHERENKOW-Strahlung . . . . .	416
Kapitel XIII. Elektromagnetische Fluktuationen . . . . .	419
§ 87. Fluktuationen in linearen Stromkreisen . . . . .	419
§ 88. Fluktuationen des elektromagnetischen Feldes . . . . .	420
§ 89. Wärmestrahlung im durchsichtigen Medium . . . . .	426
§ 90. Molekulare Anziehungskräfte zwischen festen Körpern . . . . .	428
Kapitel XIV. Streuung elektromagnetischer Wellen . . . . .	436
§ 91. Allgemeine Theorie der Streuung in isotropen Medien. . . . .	436
§ 92. Das Prinzip des detaillierten Gleichgewichts bei Streuprozessen . . . . .	444
§ 93. Streuung mit kleiner Frequenzänderung. . . . .	446

§ 94. RAYLEIGH-Streuung in Gasen und Flüssigkeiten . . . . .	448
§ 95. Kritische Opaleszenz . . . . .	455
§ 96. Streuung in amorphen Festkörpern . . . . .	457
Kapitel XV. Beugung von Röntgenstrahlen in Kristallen	461
§ 97. Allgemeine Theorie der Beugung von Röntgenstrahlen . .	461
§ 98. Die integrale Intensität . . . . .	467
§ 99. Diffuse Wärmestreuung von Röntgenstrahlen . . . . .	470
Anhang. Krummlinige Koordinaten . . . . .	474
Sachverzeichnis . . . . .	476