

## **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

### **Lehrbuch der Electricität und des Magnetismus**

in zwei Bänden

**Maxwell, James Clerk**

**1883**

Inhalt

# Inhalt.

## Einleitung.

### Dimensionen der Grössen.

Art.	Seite
1-2. Messung der Grössen . . . . .	3
3-5. Die drei fundamentalen Einheiten . . . . .	4
6. Abgeleitete Einheiten . . . . .	6

### Mathematische Definitionen und Lehrsätze.

7-8. Physikalischer Begriff der Continuität und Discontinuität . . . . .	8
8. Discontinuität der Derivirten einer continuirlichen Function . . . . .	9
9. Periodische und vielfache Functionen . . . . .	10
10-15. Ueber die Beziehung von physikalischen Grössen zu den Richtungen im Raume . . . . .	10
16. Das Linienintegral . . . . .	15
16-18. Potential . . . . .	16
18-20. Zusammenhängende Flächen und Räume . . . . .	18
21-22. Das Flächenintegral . . . . .	20
22. Stromlinien und Stromfäden . . . . .	23
22. Flächenintegrale in mehrfachen Gebieten. . . . .	23
23. Rechts und Links im Raume . . . . .	25
24. Beziehung zwischen Flächen- und Linienintegralen . . . . .	26
25-26. Ueber die Operation $\nabla$ an einer Vectorfunction . . . . .	28

## Erster Teil. — Electrostatik.

### Cap. I.

#### Beschreibung der electrischen Erscheinungen.

27. Electrisirung durch Reibung . . . . .	33
28. Electrisirung durch Induction oder Influenz . . . . .	34
29. Electrisirung durch Leitung . . . . .	35
29. Leiter und Nichtleiter oder Conductoren und Isolatoren . . . . .	35
29-35. Ladung . . . . .	35
36. Hypothese der Zwei Fluida . . . . .	40
37. Hypothese von Einem Fluidum . . . . .	42
38. Messung der Kraftwirkung zwischen electrisirten Körpern . . . . .	43

Art.	Seite
39. Abhängigkeit der Kraft von der Höhe der Ladung . . . . .	44
40. Abhängigkeit der Kraft von der Entfernung. . . . .	45
41. Definition der electrostatischen Electricitätseinheit. . . . .	45
42. Dimensionen der electrostatischen Electricitätseinheit . . . . .	46
43. Vérification des Gesetzes der electricischen Kraftwirkung. . . . .	46
44. Das electricische Feld . . . . .	47
45. Electromotorische Kraft und electricisches Potential . . . . .	48
46. Aequipotentielle Flächen oder Electricische Niveauflächen . . . . .	49
47. Kraftlinien . . . . .	51
48. Electricische Spannung . . . . .	51
49. Electromotorische Kraft zwischen zwei Conductoren . . . . .	51
50. Capacität eines Conductors. . . . .	52
50. Accumulatoren und Condensatoren . . . . .	52
51. Widerstand der Körper gegen den Durchgang von Electricität . . . . .	52
52. Specificische inductive Capacität . . . . .	54
53-54. Absorption der Electricität. . . . .	55
55. Disruptive Entladung. . . . .	57
55. Die electricische Lichthülle, Convective Entladung . . . . .	57
56. Das electricische Büschellicht . . . . .	59
57. Der electricische Funke . . . . .	59
58. Pyroelectricität . . . . .	61
59-62. Plan und Anlage dieses Buches . . . . .	62

## Cap. II.

### Elementare mathematische Theorie der statischen Electricität.

63. Mathematische Definition der Electricitätsmenge . . . . .	70
64. Verteilung der Electricität in einem Körper, Raumdichte . . . . .	70
64. Verteilung auf einer Fläche, Flächendichte . . . . .	71
64. Verteilung längs einer Linie, Liniendichte . . . . .	71
64. Electricitätsmenge . . . . .	72
65. Definition der Electricitätseinheit. . . . .	72
66. Kraftgesetz für electricisirte Körper . . . . .	72
67-68. Resultirende Kraft zwischen zwei electricischen Körpern . . . . .	73
69. Das Linienintegral der electricischen Kraftintensität . . . . .	74
70. Potentialfunction . . . . .	75
71. Darstellung der Kraftintensität und ihrer Componenten durch das Potential	76
72. Potential eines Conductors. . . . .	77
73. Potential eines electricischen Systems . . . . .	78
74a-74b. Ueber den Beweis des Gesetzes vom umgekehrten Verhältnis des Quadrats der Entfernung . . . . .	78
74c-74e. Theorie des Experiments . . . . .	81
75. Das Flächenintegral der electricischen Induction und die electricische Ver- schiebung durch eine Fläche . . . . .	85
76. Induction eines einzelnen Kraftcentrums durch eine Fläche . . . . .	86
77. Die Gleichungen von Laplace und Poisson . . . . .	87
78a. Variation des Potentials an einer geladenen Fläche . . . . .	88

Art.	Seite
78b. Charakteristische Gleichung an einer electricischen Fläche . . . . .	90
79-81. Mechanische Kraftwirkung an einer geladenen Fläche . . . . .	91
82. Kraftlinien . . . . .	95
83a. Berücksichtigung der dielectricischen Eigenschaften der Zwischenmedien	97
83b. Scheinbare Dichte . . . . .	98

Cap. III.

**Arbeit und Energie in einem electricischen System.**

84-86. Arbeit bei der Electricisirung eines Systems . . . . .	100
87. Theorie eines Systems von Conductoren . . . . .	104
88. Dimensionen der Potential- und Inductionscoefficienten . . . . .	108
89a. Bedingungen, denen die Potential- und Inductionscoefficienten genügen müssen . . . . .	108
89b-91c. Sätze über Potential- und Inductionscoefficienten . . . . .	108
92a-92b. Specielle Anwendungen . . . . .	112
93a-93c. Arbeit während der Verschiebung eines Systems geladener Conductoren	115
94. Beziehungen zwischen Körpern, die in ihrer Form oder in ihrer Ladung sich ähnlich sind . . . . .	117

Cap. IV.

**Allgemeine Theoreme.**

95a-95b. Vorbemerkungen . . . . .	119
96a-97b. Der Greensche Satz . . . . .	122
98. Die Greensche Function . . . . .	129
99a-99b. Electricische Energie . . . . .	131
100a-100c. Der Thomsonsche Satz . . . . .	134
101a-101g. Componenten der Verschiebung und der electromotorischen Kraft	139
101h. Allgemeine Form des Greenschen Satzes . . . . .	144
102a-102c. Grenzwerte für die electricische Capacität . . . . .	146

Cap. V.

**Mechanische Kräfte zwischen zwei electricischen Systemen.**

103-111. Mechanische Kräfte zwischen zwei electricischen Systemen . . . . .	152
---	-----

Cap. VI.

**Punkte und Linien des Gleichgewichts.**

112. Bedingungen an Stellen des electricischen Gleichgewichts. . . . .	166
113-114. Anzahl der Gleichgewichtspunkte und Gleichgewichtslinien. . . . .	168
115. Durchschnitt einer Niveaufläche durch sich selbst . . . . .	170
116. Earnshaw's Theorem . . . . .	171

Cap. VII.

**Aequipotentielle Flächen und Kraftlinien.**

117-122. Beschreibung der Niveauflächen und Kraftlinien in einfachen Fällen	174
123. Anleitung zum Zeichnen von Niveauflächen und Kraftlinien . . . . .	179

## Cap. VIII.

Art.	Einfache Fälle der electricischen Vertheilung.	Seite
124.	Zwei parallele unendlich ausgedehnte Ebenen . . . . .	183
125.	Zwei concentrische Kugelflächen . . . . .	185
126.	Zwei unendlich lange coaxiale Cylinderflächen . . . . .	188
127.	Drei coaxiale Cylinder . . . . .	189

## Cap. IX.

## Harmonische Kugelfunctionen.

128.	Vorbemerkung . . . . .	191
129a-129c.	Singuläre Punkte des Potentials . . . . .	191
129c-130b.	Harmonische Raum- und Flächenfunctionen . . . . .	194
131.	Potential einer Kugelschale . . . . .	196
132.	Darstellung der harmonischen Kugelfunctionen . . . . .	197
133a-134b.	Sätze über harmonische Kugelfunctionen . . . . .	200
135.	Entwicklung nach zonalen harmonischen Functionen . . . . .	204
136.	Conjugirte harmonische Functionen . . . . .	206
137.	Symmetrisches System harmonischer Functionen . . . . .	207
138-139.	Zonale Functionen . . . . .	208
140a-141.	Tesserale und Sectorielle Functionen . . . . .	210
142a-142b.	Entwicklung nach tesseralen harmonischen Functionen . . . . .	216
143.	Graphische Darstellung der Curven gleicher Werte von harmonischen Functionen . . . . .	218
144a.	Eine Kugel unter dem Einfluss eines electricischen Systems . . . . .	219
144b.	Die Greensche Function einer inducirenden Kugel . . . . .	220
145a-145b.	Nahezu sphärische Conductoren . . . . .	223
145c.	Conductor innerhalb einer Schale . . . . .	226
146.	Zwei Kugeln . . . . .	227

## Cap. X.

## Confocale Flächen zweiten Grades.

147-148.	Krummlinige Coordinaten . . . . .	234
149.	Transformation der Laplace-Poissonschen Gleichung . . . . .	237
150.	Lösungen der Differentialgleichung . . . . .	238
150.	Zweischalige Hyperboloide . . . . .	238
150.	Einschalige Hyperboloide . . . . .	240
150.	Ellipsoide . . . . .	240
151-152.	Besondere Fälle . . . . .	241
153.	Cylindrische Flächen . . . . .	244
154.	Confocale Paraboloiden . . . . .	245

## Cap. XI.

## Theorie der electricischen Bilder und der electricischen Inversion.

155.	Vorbemerkung . . . . .	248
156-160.	Theorie der electricischen Bilder . . . . .	249

Art.	Seite
161. Abbildung in einer leitenden unendlichen Ebene . . . . .	257
162-164. Inversion . . . . .	258
165a. Abbildung in zwei Ebenen . . . . .	264
165b-168b. Abbildung in zwei sich schneidenden Kugeln . . . . .	265
169. Drei orthogonale Kugeln im freien electrischen Felde . . . . .	272
170a-170b. Vier orthogonale Kugeln . . . . .	273
171. Zwei concentrische Kugelflächen . . . . .	275
172-174. Zwei sich ausschliessende Kugelflächen . . . . .	278
175. Zwei sich berührende Kugeln . . . . .	285
176-181. Kugelkalotte . . . . .	288

## Cap. XII.

### Electrische Probleme in zweidimensionalen Gebieten.

182. Vorbemerkung . . . . .	293
183-187b. Conjugirte Functionen . . . . .	294
188. Inversion in zweidimensionalen Gebieten . . . . .	300
189-190. Electrische Bilder in zweidimensionalen Gebieten . . . . .	301
191. Vertheilung der Electricität in der Nähe der Kante eines von zwei Ebenen begrenzten Conductors . . . . .	305
192. Confocale Ellipsen und Hyperbeln als Niveau- und Kraftlinien . . . . .	307
193-194. Strömung in zerteilten Streifen . . . . .	309
195. Eine einseitig begrenzte Platte zwischen zwei unendlichen Ebenen . . . . .	311
196. Condensator aus drei Platten . . . . .	312
197. Eine Reihe paralleler Halbebenen . . . . .	315
198. Eine plane und eine gewellte Ebene . . . . .	316
199. Durchfurchte Flächen . . . . .	317
200. Abänderung der Conductoren durch Rotation . . . . .	318
201. Theorie des Thomsonschen Schutzringes . . . . .	320
202. Eine halbe Ebene gegenüber einer ganzen Ebene . . . . .	321
203-206. Theorie des Schutzgitters . . . . .	323

## Cap. XIII.

### Apparate für electrostatische Untersuchungen.

207. Electrisirmaschinen . . . . .	330
208. Der Voltasche Electrophor . . . . .	332
209-213. Influenzmaschinen . . . . .	333
214. Classificirung der Electrometer und Electroskope . . . . .	339
215. Die Coulombsche Torsionswage . . . . .	340
216-218. Absolutes Scheibenelectrometer von Thomson . . . . .	343
219-220. Thomsons Quadrantenelectrometer . . . . .	350
221-222. Messung des Potentials an einem frei gelegenen Punkt . . . . .	354
223-225. Theorie der Prüfungskörper; Probekugel, Probescibeichen . . . . .	356
226-228. Electrische Accumulatoren . . . . .	361
229. Vergleichung der Capacitäten von Accumulatoren . . . . .	365

## Zweiter Teil. — Electrokinematik.

### Cap. I.

#### Der electriche Strom.

Art.	Seite
230-231. Bedeutung des electricen Stromes . . . . .	371
232. Stationäre Ströme . . . . .	372
232-234. Die Voltasche Batterie . . . . .	372
235. Bahn und Dauer des Stromes . . . . .	374
236-238. Electrolytische Wirkung des Stromes . . . . .	374
239-240. Magnetische Wirkungen des Stromes . . . . .	376

### Cap. II.

#### Leitung und Widerstand.

241. Vorbemerkung . . . . .	378
241. Das Ohmsche Gesetz . . . . .	378
242. Wärmeentwicklung durch den electricen Strom . . . . .	379
243-245. Analogieen und Unterschiede zwischen Wärme und Electricität . . . . .	380

### Cap. III.

#### Electromotorische Kräfte bei der Berührung von Körpern.

246-248. Contactelectricität; Spannungsgesetz . . . . .	383
249. Das Peltiersche Phänomen . . . . .	384
250-254. Thermoelectricität . . . . .	386

### Cap. IV.

#### Electrolyse.

255. Electrolytische Leitung . . . . .	392
256-260. Theorie der Electrolyse . . . . .	394
261. Secundäre Vorgänge bei der Electrolyse . . . . .	398
262-263. Erhaltung der Energie in electrolytischen Processen . . . . .	400

### Cap. V.

#### Electrolytische Polarisation.

264-266. Wirkung der Polarisation auf den primären Strom . . . . .	403
267-270. Ursache, Energie und Entwicklung der Polarisation . . . . .	404
271. Secundärbatterieen . . . . .	407
272. Constante Elemente . . . . .	410

### Cap. VI.

#### Lineare electriche Ströme.

273. Definition eines linearen Leiters . . . . .	415
274. Das Ohmsche Gesetz . . . . .	415
275. System hintereinander gereihter Leiter . . . . .	416
276. System nebeneinander gereihter Leiter . . . . .	417
277. Körperliche Leiter von gleichförmigem Querschnitt . . . . .	417
278-279. Dimensionen des Widerstandes und der Leitungsfähigkeit . . . . .	418

Art.	Seite
280-282. Allgemeine Theorie eines Systems linearer Leiter . . . . .	419
283-284. Wärmemenge, welche in einer Drahtverbindung durch einen Strom erzeugt wird . . . . .	423

### Cap. VII.

#### Ströme in körperlichen Leitern.

285-286. Zerlegung eines electrischen Stromes . . . . .	425
287-289. Stromflächen . . . . .	426
290-292. Stromröhren . . . . .	428
293. Stromlinien . . . . .	429
294. Stromschalen und Stromfunctionen . . . . .	429
295. Continuitätsgleichung . . . . .	430
296. Electricitätsmenge, welche durch eine gegebene Fläche hindurchgeht	431

### Cap. VIII.

#### Widerstand und Leitung in körperlichen Leitern.

297-298. Allgemeinste Beziehungen zwischen Stromstärke und electromotorischer Kraft . . . . .	433
299. Wärmeentwicklung im Leiter . . . . .	435
300. Bedingung der Stabilität . . . . .	436
301-302. Continuitätsgleichung in homogenen Medien . . . . .	436
303. Transformation der Widerstandsgleichungen . . . . .	437
304. Der Thomsonsche Satz in der Electrokinematik . . . . .	438
305. Eindeutigkeit des Problems der Stromverteilung . . . . .	440
306-309. Näherungsweise Berechnung des Widerstandes eines Conductors von gegebener Form . . . . .	442

### Cap. IX.

#### Leitung durch heterogene Media.

310. Bedingungen an der Trennungsfläche zweier leitenden Medien . . . . .	450
311a. Strom aus einem isotropen in ein anisotropes Medium . . . . .	451
311b. Strom aus einem isotropen in ein anderes isotropes Medium . . . . .	452
312. Isotrope Kugel in einem isotropen Conductor . . . . .	452
313a. Isotrope Kugel umgeben von einer isotropen Schale in einem isotropen Conductor . . . . .	453
313b-313c. Isotrope Kugelschale in einem isotropen unendlichen Conductor . . . . .	454
314. Mehrere isotrope Vollkugeln in einem unendlichen isotropen Leiter . . . . .	456
315-316. Zwei isotrope durch eine Ebene getrennte Medien . . . . .	457
317-318. Leitung durch eine zwei isotrope Medien trennende Platte . . . . .	460
319-321. Geschichteter Leiter . . . . .	462
322. Isotropes Medium mit eingestreuten parallelen Parallelepipeden . . . . .	464
323. Parallelepipeden von einem isolirten Draht diagonal durchsetzt . . . . .	465
324. Netzwerk linearer Leiter . . . . .	466

### Cap. X.

#### Leitung in Dielectricis.

325. Vorbemerkung . . . . .	468
326-327. Ladung und Entladung eines Condensators . . . . .	469

Art.	Seite
328. Geschichtetes Dielectricum . . . . .	471
329a-330. Electricisches Residuum . . . . .	473
331. Strom durch ein System von Condensatoren . . . . .	477
332-333. Telegraphische Kabel . . . . .	479
334. Mechanische Versinnbildlichung der Eigenschaften eines Dielectricums	481

### Cap. XI.

#### Messung des electricischen Widerstandes.

335-340. Normal-Widerstandseinheiten . . . . .	485
341-344. Widerstandsrollen . . . . .	488
345. Widerstandsvergleichung nach Ohm . . . . .	491
346. Widerstandsvergleichung nach Becquerel . . . . .	492
347a-350. Widerstandsvergleichung nach Wheatstone . . . . .	497
351-352. Messung geringer Widerstände . . . . .	504
353-355. Vergleichung von bedeutenden Widerständen . . . . .	508
356. Thomsons Verfahren bei der Bestimmung des Widerstandes eines Galvanometers . . . . .	510
357. Mancos Methode zur Bestimmung des Widerstandes einer Batterie .	512
358. Vergleichung electromotorischer Kräfte . . . . .	515

### Cap. XII.

#### Electricischer Widerstand der Körper.

359. Classificirung der Körper . . . . .	517
360-362. Electricischer Widerstand der Metalle . . . . .	518
363-365. Electricischer Widerstand der Electrolyte . . . . .	521
366-370. Electricischer Widerstand der Dielectrica . . . . .	523

---