

# Physik

## Eine Einführung für Ingenieure

Von Prof. Dr. rer. nat. Eckard Gerlach  
und Prof. Dr. rer. nat. Peter Grosse  
Rhein. Westf. Techn. Hochschule, Aachen

Mit zahlreichen Figuren und Tabellen



**B. G. Teubner Stuttgart 1989**

# I N H A L T

## Seite

1. EINFÜHRUNG	13
---------------	----

### GRUNDBEGRIFFE DER PUNKTMECHANIK UND DER MECHANIK STARRER KÖRPER

2. KRÄFTE IM GLEICHGEWICHT	17
3. DYNAMIK I (Das dynamische Gleichgewicht)	22
3.1 Kinematik	23
4. DYNAMIK II (Trägheitskraft)	28
5. BEWEGUNGEN MIT KONSTANTER BESCHLEUNIGUNG	31
5.1 Fallbeschleunigung, Gewichtskraft	33
6. GRÖSSEN, EINHEITEN, DIMENSIONEN	35
7. BEWEGUNG AUF GEKRÜMMTEN BAHNEN, KREISBEWEGUNGEN	38
8. IMPULS	46
9. ARBEIT, ENERGIE	55
10. KRAFT, FELDSTÄRKE, POTENTIAL	63
10.1 Gravitation	64
11. PRINZIP DER VIRTUELLEN ARBEIT, MECHANIK STARRER KÖRPER I	68
11.1 Hebel, Drehmoment	68
11.2 Massenzentrum	72
12. MECHANIK STARRER KÖRPER II (DYNAMIK)	75
12.1 Das Trägheitsmoment	75
12.2 Dynamisches Gleichgewicht	77
12.3 Drehimpuls	77
12.4 Drehung um einen starren Punkt (Kreisel)	82

### KONTINUUMSMECHANIK

13. SPANNUNGEN UND VERFORMUNGEN	85
13.1 Normalkräfte, Tangentialkräfte	88

13.2	Der Fließvorgang	92
13.3	Allseitige Normalspannung: Druck	94
13.4	Druck in Flüssigkeiten und Gasen	95
13.5	Barometrische Höhenformel	99
14.	STRÖMUNGSVORGÄNGE	102
14.1	Strom und Stromdichte	102
14.2	Die Kontinuitätsgleichung	104
14.3	Die Bernoulli-Gleichung	105
14.4	Zähe Flüssigkeiten	111
14.5	Turbulenz	118
15.	REIBUNG, RELAXATIONSPROZESSE	119

#### PERIODISCHE BEWEGUNGEN

16.	SCHWINGUNGEN	123
16.1	Harmonische Schwingungen	123
16.2	Gedämpfte Schwingungen	130
16.3	Entdämpfte Schwingungen, Rückkopplung	135
16.4	Kippschwingungen	136
16.5	Erzwungene Schwingungen	137
16.6	Gekoppelte Schwingungen	140
17.	ÜBERLAGERUNG UND ZERLEGUNG VON SCHWINGUNGEN	145
17.1	Amplitudenmodulation (AM)	146
17.2	Fourier-Zerlegung	147
17.3	Zweidimensionale Superposition	152
18.	WELLENERSCHEINUNGEN	155
18.1	Phasen- und Gruppengeschwindigkeit	156
18.2	Physikalische Realisierungen von Wellen	160
18.3	Das Huygens-Prinzip und seine Anwendungen	162
18.4	Interferenzerscheinungen	172

#### OPTIK

19.	ELEMENTE DER STRAHLENOPTIK	181
19.1	Ideale Abbildung	181
19.2	Anwendungen der Abbildungsgleichung	184
19.3	Unschärfe, Verzerrung	189
20.	ANWENDUNGEN DER STRAHLENOPTIK	194
20.1	Lochkamera	194
20.2	Relative Öffnung, Apertur	195

20.3	Auge	196
20.4	Diaprojektor	198
20.5	Lupe	200
20.6	Mikroskop	202
20.7	Fernrohr	204
21.	INTERFERENZMUSTER UND BILD	205
21.1	Auflösungsvermögen des Fernrohrs	205
21.2	Auflösungsvermögen des Mikroskops	206
21.3	Rolle der Beugungsordnungen für die Bildentstehung	208
21.4	Holographie	209
22.	SPEKTROSKOPIE	211
22.1	Interferenzgitter	211
22.2	Prisma	212
22.3	Kontinuierliche Spektren	214
22.4	Linienpektren	215
23.	LASER	221
 <u>TEMPERATUR UND WÄRME</u>		
24.	DAS IDEALE GAS	223
24.1	Druck von Gasen	223
24.2	Molekularkinetische Deutung des Drucks (Kinetische Gastheorie)	226
24.3	Die absolute Temperatur	230
24.4	Molare Größen	235
24.5	Druck- und Volumenänderung beim idealen Gas	236
24.6	Die Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung	242
25.	REALE GASE, FLÜSSIGKEITEN	246
25.1	Das Van der Waals-Modell	246
25.2	Der kritische Punkt	249
25.3	Wärme, Wärmekapazität	250
25.4	Umwandlungswärme	254
26.	TEMPERATURMESSUNG	260
27.	DIFFUSIONSVORGÄNGE	267
28.	IRREVERSIBLE PROZESSE	273
28.1	Die Carnot-Maschine	273
28.2	Anwendungen des Carnotschen Kreisprozesses	278

ELEKTROSTATIK

29. ELEKTRISCHE LADUNGEN UND FELDER IM VAKUUM	281
30. POTENTIAL, SPANNUNG, ELEKTRISCHE ENERGIE	292
31. MATERIE IM KONDENSATOR	300
31.1 Metallplatte im Kondensator	300
31.2 Isolatorplatte im Kondensator	303
31.3 Piezoelektrizität	306
31.4 Ferroelektrizität	309

STROMTRANSPORT

32. STROM UND WIDERSTAND	311
33. GENERATOREN IM STROMKREIS	318
34. NETZWERKE	327
34.1 Kirchhoffsche Gesetze	327
34.2 Serien und Parallelwiderstände	328

MAGNETISCHE EFFEKTE

35. STROM UND MAGNETFELD	331
35.1 Defintion des Magnetfeldes	331
35.2 Homogenes Magnetfeld	332
35.3 Magnetisches Moment	334
35.4 Kraft auf Leiter	335
35.5 Magnetisches Dipolmoment einer Stromschleife	338
35.6 Die Lorentz-Kraft	341
36. INDUKTIONSEFFEKTE	344
36.1 Wirbelströme	344
36.2 Induktion	346
37. MATERIE IM MAGNETFELD	348
37.1 Dia- und Paramagnetismus	349
37.2 Ferromagnetismus	350
37.3 Antiferro- und Ferrimagnetismus	357

ELEKTRODYNAMIK UND IHRE ANWENDUNGEN

38. DIE MAXWELL-GLEICHUNGEN	359
39. ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN	363
40. POLARISATIONSPHÄNOMENE	366
40.1 Lineare Polarisation	366
40.2 Die Fresnel-Gesetze	370
40.3 Lineare Doppelbrechung	376
40.4 Zirkular polarisiertes Licht	378
41. ELEKTROTECHNISCHE ANWENDUNGEN DES WECHSELSTROMS	382
41.1 Gleichstrommotoren	382
41.2 Generatoren	384
41.3 Betatron, Transformator	386
41.4 Wechselstromnetzwerke	396
41.5 Drehstrom	402
41.6 Gleichrichter, Siebkette	404

ELEKTRISCHE LEITUNGSPHÄNOMENE

42. LEITUNG IN FESTKÖRPERN	411
43. IONENLEITER, ELEKTROLYTE	423
44. ELEKTRISCHER STROM IM HOCHVAKUUM UND IN GASEN	427
44.1 Leitung im Hochvakuum	427
44.2 Leitung in Gasen	430

STRUKTUR DER MATERIE

45. DAS ATOM	433
45.1 Protonen, Neutronen, Isotope	434
45.2 Bohrsches Atommodell, Elektronen	438
46. CHEMISCHE BINDUNG	453
46.1 Kovalente oder homöopolare Bindung	453
46.2 Ionische oder heteropolare Bindung	456
46.3 Metallische Bindung	457
46.4 Van der Waals-Bindung	457
47. DIE SCHRÖDINGER-GLEICHUNG	459

MATHEMATISCHER ANHANG

A1. Vektoren	465
A2. Exponentialfunktion und Natürlicher Logarithmus	468
A3. Additionstheoreme für Winkelfunktionen	469
A4. Entwicklung von Funktionen	470
A5. Das Wegintegral	471
A6. Komplexe Zahlen	472
A7. Gedämpfte Schwingung, komplexe Lösung	473
A8. Fourier-Reihe	475
A9. Mittelwertbildung	476
NATURKONSTANTEN	478
SACHVERZEICHNIS	479