

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Erstes Buch Mathematisches Hilfsmittel	
Erstes Kapitel. Vektorrechnung und Grundbegriffe der Tensor- und	
Matrizenrechnung	4
§ 1. Der Begriff des Vektors	4
§ 2. Addition und Subtraktion von Vektoren; Multiplikation eines Vektors mit einem Skalar	6
§ 3. Das skalare Produkt zweier Vektoren	7
§ 4. Das Vektorprodukt zweier Vektoren	9
§ 5. Mehrfache Produkte	11
§ 6. Differentiation eines Vektors nach einem Skalar, Anwendung auf die Theorie der Raumkurven	14
§ 7. Räumliche Differentiation einer skalaren Größe	16
§ 8. Der Begriff der Divergenz und der Satz von GAUSS	19
§ 9. Der Begriff der Rotation und der Satz von STOKES	21
§ 10. Der Nablaoperator	25
§ 11. Gradientenbildung im Vektorfeld, Grundbegriffe der Tensorrechnung	26
§ 12. Grundbegriffe der Matrizenrechnung	32
§ 13. Berechnung komplizierterer Vektordifferentialausdrücke mit Hilfe des Nablaoperators	36
§ 14. Die Vektordifferentialoperationen in krummlinigen, rechtwinkligen Koordinaten	39
§ 15. Entartung der Vektordifferentialoperationen bei Unstetigkeitsflächen im Feld	41
§ 16. Zusammenstellung der Vektordifferentialausdrücke in kartesischen, Zylinder- und Kugelkoordinaten	43
Zweites Kapitel. Vektor- und Funktionenräume; der Operatorbegriff	45
§ 1. Vektor- und Funktionenräume	45
§ 2. Einführung in den Operatorbegriff	49
Drittes Kapitel. Auszüge aus der Schwingungs- und Wellenlehre	51
§ 1. Komplexe Behandlung harmonischer Schwingungen	51
§ 2. FOURIER Reihen. Das FOURIER Integral	54
§ 3. Die Wellengleichung	58
Viertes Kapitel. Einiges aus der Theorie der Funktionen einer komplexen	
Veränderlichen	61
§ 1. Konforme Abbildung von Ebene auf Ebene	61
§ 2. Die CAUCHY-RIEMANNsche und die LAPLACEsche Differentialgleichung	62
§ 3. Linienintegrale in der GAUSSschen Zahlenebene	63
Fünftes Kapitel. Einige in der Physik gebräuchliche spezielle Funktionen	65
§ 1. Die Verallgemeinerung des Ausdrucks $x!$ für beliebige Werte von x	65
§ 2. Die Zylinderfunktionen 1. Art	68
§ 3. Die Zylinderfunktionen 2. und 3. Art. Asymptotische Darstellung der Zylinderfunktionen	74
§ 4. LEGENDRE-Polynome und Kugelfunktionen	78

Sechstes Kapitel. Die Grundaufgabe der Variationsrechnung und ihre Lösung . . .	84
§ 1. Die Fragestellung der Variationsrechnung	84
§ 2. Die EULER-LAGRANGESche Differentialgleichung	84

Zweites Buch

Mechanik

Erstes Kapitel. Mechanik des einzelnen Massenpunkts	88
§ 1. Kinematische Grundbegriffe	88
§ 2. Die Newtonschen Grundgesetze der Mechanik	90
§ 3. Das Zeitintegral und das Wegintegral der Kraft. Arbeit und Energie	92
§ 4. Konservative Kräfte, Potential	93
§ 5. Zentralkräfte, der Flächensatz	95
§ 6. Gravitationskräfte, Planetenbewegung	96
§ 7. Quasielastische Kräfte und harmonische Schwingungen	99
§ 8. Die harmonische Schwingung mit Reibungswiderstand	101
§ 9. Die erzwungene Schwingung, die Resonanz	103
§ 10. Die anharmonische Schwingung, Kipperscheinungen	106
§ 11. Mechanik des unfreien Massenpunkts	108
Zweites Kapitel. Allgemeine Sätze der Mechanik der Punktsysteme	114
§ 1. Der Satz von der Bewegung des Massenmittelpunkts	114
§ 2. Das Verhalten des Drehimpulses eines Systems	116
§ 3. Die Gesamtenergie eines Systems von Massenpunkten	117
§ 4. Das Prinzip der virtuellen Verrückungen, das d'ALEMBERTSche Prinzip und die LAGRANGESchen Gleichungen erster Art	119
§ 5. Die LAGRANGESchen Gleichungen zweiter Art für beliebige Koordinaten	123
§ 6. Die allgemeinen Impulskoordinaten. Die HAMILTONSchen Gleichungen	126
§ 7. Das HAMILTONSche Prinzip der kleinsten Aktion	128
§ 8. Kanonische Transformation	129
§ 9. Zyklische Variable. Die HAMILTON-JACOBIsche Differentialgleichung	131
Drittes Kapitel. Mechanik des starren Körpers	133
§ 1. Einiges aus der Kinematik des starren Körpers	133
§ 2. Allgemeines zur Statik und Dynamik des starren Körpers. Äquivalenz von Kräftesystemen, die an einem starren Körper angreifen	137
§ 3. Rotation eines starren Körpers um eine feste Achse. Das Trägheitsmoment und seine Berechnung	140
§ 4. Die Bewegung eines starren Körpers um einen festen Punkt. Elemente der Kreisellehre	145
Viertes Kapitel. Mechanik deformierbarer fester Körper (Elastomechanik)	154
§ 1. Geometrie kleiner Verrückungen	154
§ 2. Der Spannungszustand in einem deformierten Körper	159
§ 3. Die Gleichgewichtsbedingungen eines elastischen Körpers	161
§ 4. Die Beziehungen zwischen dem Verzerrungs- und dem Spannungstensor	163
§ 5. Der Energieinhalt elastisch deformierter Körper, das elastische Potential	166
§ 6. Elementare Behandlung der Biegung	167
§ 7. Wellen in unbegrenzten elastischen Medien. Longitudinalwellen in Stäben	171
§ 8. Die Transversalschwingungen von gespannten Saiten und Membranen	173

Fünftes Kapitel. Mechanik der flüssigen und gasförmigen Stoffe (Hydro- und Aeromechanik)	180
§ 1. Das Gleichgewicht flüssiger und gasförmiger Körper (Hydrostatik)	180
§ 2. Die hydrodynamischen Grundgleichungen	183
§ 3. Wirbelfreie Strömung	185
§ 4. Allgemeine Sätze über Wirbel- und Zirkulationsströmungen	191
§ 5. Die ebene Zirkulationsströmung	194
§ 6. Wellenförmige Ausbreitung von Störungen in Flüssigkeiten, insbesondere in Gasen (Schallwellen)	198
§ 7. Hydrodynamik zäher Flüssigkeiten	200
§ 8. Die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten	209

Sechstes Kapitel. Das GALILEISCHE Relativitätsprinzip	214
§ 1. Raum und Zeit in der NEWTONschen Mechanik	214
§ 2. Inertialsysteme. Die GALILEI-Transformation	215
§ 3. Beschleunigte Bezugssysteme. Der freie Fall auf der rotierenden Erde	217
§ 4. Bewegte Bezugssysteme in der Akustik. Der DOPPLER-Effekt	221

Siebentes Kapitel. Die relativistische Mechanik	222
§ 1. Die Gültigkeitsgrenze der NEWTONschen Mechanik	222
§ 2. EINSTEINs Postulate, Relativität der Gleichzeitigkeit	225
§ 3. Die LORENTZ-Transformation	228
§ 4. Folgerungen aus der LORENTZ-Transformation	230
§ 5. Veranschaulichung der LORENTZ-Transformation durch MINKOWSKI-Diagramme	235
§ 6. Vierer Vektoren	237
§ 7. Die Veränderlichkeit der Masse und die Trägheit der Energie	240

Drittes Buch

Elektrodynamik und Optik

Erstes Kapitel. Das elektrostatische Feld im Vakuum (Luftraum)	247
§ 1. Grundbegriffe	247
§ 2. Die Ladung als Quelle des elektrischen Flusses	248
§ 3. Das elektrostatische Potential	251
§ 4. Einfache Fälle des elektrostatischen Feldes im Vakuum	253

Zweites Kapitel. Das elektrostatische Feld in Isolatoren	260
§ 1. Feldstärke und Flußdichte im Dielektrikum. Grenzbedingungen an der Trennfläche zweier Dielektrika	260
§ 2. Die Polarisation der Dielektrika	262
§ 3. Einfache Fälle des elektrostatischen Feldes in Dielektrika	264

Drittes Kapitel. Energie und Kräfte im elektrostatischen Feld	266
§ 1. Potentielle Energie von Ladungssystemen im gegebenen Feld	266
§ 2. Die Gesamtenergie des elektrostatischen Feldes	267
§ 3. Berechnung von Gleichgewichtslagen und Kraftwirkungen im elektrostatischen Feld; die Steighöhenmethode	271

Viertes Kapitel. Das stationäre elektrische Feld	273
§ 1. Das OHMSche Gesetz	273
§ 2. Die Wärmeentwicklung im stationären elektrischen Feld	275

Fünftes Kapitel. Das magnetostatische Feld	276
§ 1. Magnetische Feldstärke und Flußdichte	276
§ 2. Berechnung des magnetostatischen Feldes im Vakuum bei gegebener Verteilung der Ströme	279
§ 3. Berechnung des Magnetfeldes von Strömen bei Anwesenheit von Körpern mit von 1 wesentlich verschiedener Permeabilität (Ferromagnetika)	283
§ 4. Kräfte auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld	286
Sechstes Kapitel. Zeitlich langsam veränderliche (quasistationäre) Felder	287
§ 1. Das Induktionsgesetz (Die 2. Hauptgleichung des elektromagnetischen Feldes)	288
§ 2. Wechsel- und Selbstinduktion	289
§ 3. Stationäre Wechselstromkreise	292
§ 4. Nichtstationäre Zustände (Einschaltvorgänge) in Wechselstromkreisen	295
§ 5. Die Stromverdrängung bei Wechselströmen in geraden, kreiszylindrischen Drähten	299
Siebentes Kapitel. Rasch wechselnde elektromagnetische Felder (elektro- magnetische Wellen). I. Teil. Ausbreitung in einheitlichen isotropen Medien	301
§ 1. Das elektrische Analogon zum Induktionsgesetz (Die 1. Hauptgleichung des elektromagnetischen Feldes)	301
§ 2. Die Wellengleichung in Isolatoren als Folge der Feldgleichungen	302
§ 3. Der POYNTINGsche Vektor der Energieströmung	305
§ 4. Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in Leitern	306
§ 5. Die HERTZsche Lösung als Prototyp einer Strahlungsquelle	308
Achstes Kapitel. Elektromagnetische Wellen. II. Teil. Vorgänge in zwei aneinander- stoßenden, sonst unbegrenzten Medien	315
§ 1. Einheitliche Ableitung der Feldgleichungen und der Grenzbedingungen; die MAXWELL-Gleichungen	315
§ 2. Grenzschichtwellen	317
§ 3. Das optische Reflexions- und Brechungsgesetz für Isolatoren als Folge der Stetigkeitsbedingungen	320
§ 4. Die Polarisations- und Intensitätsverhältnisse bei Reflexion und Brechung	322
§ 5. Totalreflexion	325
§ 6. Absorbierende Medien (Metalloptik)	328
Neuntes Kapitel. Elektromagnetische Wellen. III. Teil. Ausbreitung in anisotropen Medien (Kristalloptik)	330
§ 1. Die Feldgleichungen für anisotrope Körper	330
§ 2. Ebene elektromagnetische Wellen in anisotropen Medien	333
§ 3. Normalenfläche und Strahlen (Wellen) fläche. Die optischen Achsen	338
§ 4. Brechung von Planwellen an ebenen Grenzflächen anisotroper Körper	341
Zehntes Kapitel. Die Grundgedanken der klassischen Theorie der Material- konstanten	345
§ 1. Das OHMSche Gesetz für Metalle	345
§ 2. Die Wärmeleitung in Metallen; das WIEDEMANN-FRANZsche Gesetz	346
§ 3. Das Zustandekommen der elektrischen und magnetischen Polarisation	347
§ 4. Dielektrische Polarisation, optischer Brechungsindex und Dispersion	349
§ 5. Die parelektrische Suszeptibilität	352
§ 6. Die paramagnetische, ferromagnetische und antiferromagnetische Suszeptibilität	354
§ 7. Die diamagnetische Suszeptibilität	361

Elftes Kapitel. Elektromagnetische Wellen. IV. Teil. Der Einfluß der Begrenzung (Theorie der Beugung)	363
§ 1. Das allgemeine Beugungsproblem und die Versuche zu seiner Lösung, die KIRCHHOFF'sche Formel	363
§ 2. Reziprozitätssätze der Beugungstheorie, Einteilung der Beugungserscheinungen	365
§ 3. FRAUNHOFER'sche Beugungserscheinungen an Spalt-, Strich-, Kreuz- und Raumgitter	368
§ 4. FRESNEL'sche Beugungserscheinungen an Spalt und kreisförmiger Öffnung, Zonenplatten	374
Zwölftes Kapitel. Elemente der geometrischen Optik und der Interferenz- optik	377
§ 1. Die Grundlagen der geometrischen Optik. Die Sätze von FERMAT und MALUS	377
§ 2. Die Eigenschaften der kollinearen Abbildung (GAUSS'schen Abbildung)	379
§ 3. Die physikalische Realisierung der optischen Abbildung. Der ABBE'sche Sinussatz. Ein von einem Punkt ausgehendes Elementarbüschel	384
§ 4. Das Auflösungsvermögen abbildender Systeme	390
§ 5. Die Grundlagen der Interferenzoptik. Kurven gleicher Dicke und Kurven gleicher Neigung	390
Dreizehntes Kapitel. Elektrodynamik und spezielle Relativitätstheorie	393
§ 1. D'ALEMBERT'sche Gleichungen für die Potentiale	393
§ 2. Die Feldgleichungen der Potentiale in vierdimensionaler Form	395
§ 3. Der Tensor der elektromagnetischen Feldstärke	397
§ 4. Das Feld einer gleichförmig bewegten Ladung	399
§ 5. Retardierte Potentiale	400
§ 6. Die vierdimensionale Schreibweise der MAXWELL-Gleichungen	402
§ 7. Kraftdichte, Energie-Impuls-Tensor des elektromagnetischen Feldes	403
§ 8. Die LAGRANGE-Funktion und der kanonische Impuls für ein Teilchen im elektro- magnetischen Feld	406

Viertes Buch

Thermodynamik und klassische Statistik

Erstes Kapitel. Grundbegriffe	409
§ 1. Die Temperatur	409
§ 2. Wärmemenge, Wärmekapazität und spezifische Wärmekapazität	411
Zweites Kapitel. Theorie der Wärmeleitung	412
§ 1. Die Wärmeleitungsgleichung	412
§ 2. Ein einfaches Beispiel zur Integration der Wärmeleitungsgleichung: Das Eindringen der täglichen und jährlichen Temperaturschwankungen ins Erdinnere	413
Drittes Kapitel. Die Zustandsgleichung thermodynamischer Systeme	414
§ 1. Definition der Zustandsvariablen und ihre gegenseitigen Beziehungen	414
§ 2. Die Zustandsgleichung idealer Gase	416
§ 3. Die Zustandsgleichung realer Gase	419

Viertes Kapitel. Grundlagen der kinetischen Gastheorie	422
§ 1. Das BOYLE-MARIOTTESche Gesetz des idealen Gases	422
§ 2. Stoßzahl und mittlere freie Weglänge bei realen Gasen	424
§ 3. Innere Reibung und Wärmeleitung in Gasen. Bestimmung der AVOGADRO-Konstante und der Größe der Moleküle	427
Fünftes Kapitel. 1. Hauptsatz der Thermodynamik (Der Energiesatz)	432
§ 1. Formulierung des I. Hauptsatzes	432
§ 2. Die spezifische Wärmekapazität bei konstantem Volumen und bei konstantem Druck. Die Innere Energie der Gase	434
§ 3. Adiabatische Zustandsänderungen	436
§ 4. Anwendung des I. Hauptsatzes in der Thermochemie	440
Sechstes Kapitel. 2. Hauptsatz der Thermodynamik (Der Entropiesatz)	443
§ 1. Der CARNOTSche Kreisprozeß als Idealform einer Wärmekraftmaschine	443
§ 2. Formulierung und Deutung des II. Hauptsatzes	447
§ 3. Die Gleichgewichtsbedingungen für verschiedene thermodynamische Systeme. Die thermodynamischen Potentiale	452
§ 4. Der Zusammenhang zwischen Innerer Energie und der Zustandsgleichung	456
§ 5. Thermodynamik elektrischer und magnetischer Prozesse	457
Siebentes Kapitel. Anwendung des 2. Hauptsatzes zur Berechnung des Gleichgewichts thermodynamischer Systeme	459
§ 1. GIBBSsche Phasenregel	459
§ 2. Die Dampfdruck- und die Schmelzdruckkurve	462
§ 3. Das chemische Gleichgewicht in einer Mischung idealer Gase. Das Massenwirkungsgesetz	466
§ 4. Chemisches Gleichgewicht in Systemen von verdünnten Lösungen und idealen Gasen	470
§ 5. Das thermodynamische Gleichgewicht verdünnter Lösungen starker Elektrolyte	474
Achstes Kapitel. 3. Hauptsatz der Thermodynamik (Der Nernstsche Wärmesatz)	479
§ 1. Der Weg zum NERNSTschen Wärmesatz	479
§ 2. Formulierung des NERNSTschen Wärmesatzes	481
§ 3. Folgerungen für die spezifischen Wärmekapazitäten und die Temperaturkoeffizienten. Die chemische Konstante der Gase	482
§ 4. Die Unerreichbarkeit des absoluten Nullpunkts	484
Neuntes Kapitel. Die klassische (Boltzmannsche) Statistik	485
§ 1. Entropie und Wahrscheinlichkeit	485
§ 2. Berechnung der wahrscheinlichsten Dichteverteilung in einem idealen Gas	486
§ 3. Der Phasenraum. Satz von LIOUVILLE	490
§ 4. Die MAXWELL-BOLTZMANNsche Energieverteilung	491
§ 5. Anwendungen der MAXWELL-BOLTZMANNschen Energieverteilung	494
§ 6. Der Gleichverteilungssatz und seine Anwendungen auf die spezifischen Wärmekapazitäten	500
§ 7. Schwankungserscheinungen, Übergang von der mikroskopischen zur makroskopischen Bewegung	503

Fünftes Buch

Einführung in die Grundzüge der Quantenmechanik

Erstes Kapitel. Der Weg zur Quantenmechanik	507
§ 1. Das Versagen der klassischen Physik	507
§ 2. Merkmale quantenmechanischer Teilchen	521
§ 3. Wahrscheinlichkeitsamplituden und das Superpositionsprinzip	526
§ 4. Ort und Impuls	532
§ 5. Die HEISENBERG'schen Unbestimmtheitsrelationen	537
Zweites Kapitel. Die Schrödinger Gleichung	541
§ 1. Die SCHRÖDINGER'sche Wellengleichung	541
§ 2. Quantenmechanische Wahrscheinlichkeitsstromdichte	544
§ 3. Die Behandlung einfacher rechteckiger Potentiale	546
§ 4. Quantenmechanik des harmonischen Oszillators	555
§ 5. Die SCHRÖDINGER-Gleichung für ein System vieler Teilchen	559
Drittes Kapitel. Grundlagen des Formalismus	561
§ 1. Erwartungswerte und Operatoren	561
§ 2. Eigenfunktionen und Eigenwerte von Operatoren	565
§ 3. Zeitliche Entwicklung der Erwartungswerte	570
§ 4. Darstellung von Zuständen und Operatoren	572
§ 5. Wechsel der Darstellung; unitäre Transformation	578
§ 6. Darstellungen für die zeitliche Änderung von Zuständen	579
Viertes Kapitel. Drehimpulse in der Quantenmechanik	582
§ 1. Der Bahndrehimpulsoperator	582
§ 2. Matricelemente der Drehimpulsoperatoren	585
§ 3. Der Spin	589
§ 4. Beschreibung des Spins	592
§ 5. Addition von Drehimpulsen	595
Fünftes Kapitel. Störungsrechnung	601
§ 1. Zeitunabhängige Störungsrechnung	601
§ 2. Störungsrechnung für entartete Zustände	604
§ 3. Zeitabhängige Störungsrechnung	606
§ 4. Berechnung von Übergangswahrscheinlichkeiten	608
Sechstes Kapitel. Grundzüge der Streutheorie	610
§ 1. Streuamplitude und Wirkungsquerschnitt	610
§ 2. Lösung durch GREEN'sche Funktionen	612
§ 3. BORN'sche Näherung	614
§ 4. Lösung durch Partialwellenzerlegung	617

Sechstes Buch

Anwendungen der Quantenmechanik

Erstes Kapitel. Auszüge aus der Atom- und Molekülphysik	621
§ 1. Nicht-relativistisches atomares Einteilchenproblem	621
§ 2. Das Wasserstoffatom (nicht-relativistisch)	626
§ 3. Die DIRAC-Gleichung	628

§ 4. Relativistisches atomares Einteilchenproblem	633
§ 5. Das Wasserstoffatom (relativistisch)	638
§ 6. Das Heliumatom	640
§ 7. THOMAS-FERMI-Modell des Atoms	645
§ 8. HARTREE-FOCK-Rechnungen	648
§ 9. Multiplett- und Feinstruktur atomarer Spektren	654
§ 10. Hyperfeinstruktur, ZEEMAN- und STARK-Effekt	659
§ 11. Generelles zur Beschreibung von Molekülen	665
§ 12. Rotation und Vibration zweiatomiger Moleküle	667
§ 13. Übersicht über einige Näherungen zur Lösung der elektronischen Wellen- gleichung für Moleküle	669
Zweites Kapitel. Auszüge aus der Festkörperphysik	673
§ 1. Der Festkörper als quantenmechanisches System	673
§ 2. Kristallgitter und reziprokes Gitter	674
§ 3. Gitterschwingungen (Phononen)	677
§ 4. Struktur der Elektronenwellenfunktion im Kristall	684
§ 5. Energiespektrum der Elektronen im Kristall	686
§ 6. Bandstrukturrechnungen	693
§ 7. Ein System von Elektronen im Festkörper	698
§ 8. Modellvorstellungen für Metall, Halbleiter und Isolator	703
§ 9. Wechselwirkungen der Elektronen mit Gitterschwingungen	707
§ 10. Der totale HAMILTON-Operator eines Festkörpers	710
Drittes Kapitel. Auszüge aus der Kern- und Elementarteilchenphysik	713
§ 1. Eigenschaften der Atomkerne	713
§ 2. Tröpfchenmodell	721
§ 3. Schalenmodell	725
§ 4. Kollektivmodell	731
§ 5. Selbstkonsistente Rechnungen zur Kernstruktur	734
§ 6. Kernzerfälle	738
§ 7. Klassifizierung und Eigenschaften der Elementarteilchen	751
§ 8. Die 4 Wechselwirkungen und ihre Erhaltungssätze	754
§ 9. Grundgedanken des Quark-Modells	757
Anhang 1: Das Internationale Einheitensystem (SI)	765
Anhang 2: Fundamentalkonstanten der Physik (Stand 1986)	769
Anhang 3: Lösungen der Aufgaben	771
Sachregister	815