

Kurzes
Lehrbuch der Physik

Von

Professor Dr. H. A. Stuart

Hannover

Zweite und dritte Auflage

Mit 378 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1949

ISBN 978-3-662-35696-8
DOI 10.1007/978-3-662-36526-7

ISBN 978-3-662-36526-7 (eBook)

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1942 und 1949 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG. in Berlin/Göttingen/Heidelberg 1949

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1949

Vorwort zur zweiten und dritten Auflage.

Aus zahlreichen Zuschriften und den Besprechungen meines Lehrbuches ist zu ersehen, daß dieses „Kurze Lehrbuch der Physik“ eine wirkliche Lücke im Anfängerunterricht ausfüllt und daß es eine günstige Aufnahme gefunden hat. Leider hat sich das Erscheinen dieser Auflage trotz aller Bemühungen des Verlages durch die Kriegsverhältnisse, vor allem nach der Vernichtung des fertigen Satzes der zweiten Auflage erheblich verzögert. Die vielen Anregungen und Verbesserungsvorschläge von Freunden und Fachgenossen habe ich, soweit sie mir dem Zwecke des Buches vereinbar erschienen, gerne beachtet. Ich habe es aber nie als meine Aufgabe angesehen, in diesem elementaren, für den Anfänger geschriebenen Lehrbuche dem Fachphysiker Anregungen zu geben oder Neues zu bieten und habe es bewußt vermieden, die Lehrbuchliteratur durch weitere neue, den jungen Studenten nur verwirrende Bezeichnungen und Begriffe zu bereichern, auch wenn sie treffender erschienen. So habe ich jetzt auch weitgehend die Bezeichnungen des AEF eingeführt und fast durchgängig das internationale Maßsystem benutzt. Das „kurze“ Lehrbuch soll kein Ersatz für die Experimentalvorlesung sein, wohl aber dem Anfänger über die zunächst so verwirrende Vielheit der physikalischen Erscheinungen einen ersten ordnenden Überblick vermitteln, der ihn die gemeinsamen und im Grunde einfachen Gesetzmäßigkeiten erkennen läßt und der ihn zu weiterem Studium anregen möge.

Neben zahlreichen kleineren Änderungen und Ergänzungen habe ich die Akustik etwas erweitert und den Abschnitt „Elektromagnetische Induktion“ neu geschrieben, und zwar im Sinne der logisch und didaktisch besonders befriedigenden Darstellung von Mie.

Mein Dank gebührt vor allem Herrn Dozent Dr. Sauer, Erlangen, der das Buch sorgfältigst durchgelesen und zahlreiche Verbesserungen vorgeschlagen hat.

Hannover, 1946.

H. A. Stuart.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die bei Prüfungen, vor allem bei den Medizinerprüfungen in Berlin gemachten Erfahrungen führten mich zu dem Entschluß, für diejenigen, die Physik als Nebenfach studieren, ein kurzes Lehrbuch zu schreiben. Leider hat sich dessen Erscheinen infolge des Krieges um etwa 2 Jahre verzögert.

Das vorliegende Buch soll den Hörern der Experimentalphysik eine die Vorlesung ergänzende elementare und möglichst anschauliche Einführung in die

Grundbegriffe und Vorstellungen der Physik geben. Bei der Darstellung ist überall Wert auf das Grundsätzliche gelegt und das Allgemeingültige und Verbindende herausgestellt. Einzelheiten, vor allem solche technischer Art, sind nur gelegentlich eingestreut. Rechnungen und Ergänzungen sind meist in Kleindruck gesetzt und können vom Mediziner ohne weiteres überschlagen werden. Wenn irgend möglich, benutzt die Darstellung die so anschaulichen atomaren und molekularen Vorstellungen. Die Mechanik ist verhältnismäßig knapp gehalten und enthält vor allem das für den Mediziner und Chemiker Notwendige. Diese Einschränkung ist möglich, da die Ingenieure in Mechanik ohnehin durch Sondervorlesungen eine vertiefte Ausbildung erhalten. Dagegen sind die Elektrizitätslehre und vor allem die Optik, die in der experimentellen Grundvorlesung vielfach zu kurz wegkommt, ausführlicher behandelt.

Ich danke allen Kollegen, mit denen ich die Anlage oder Einzelheiten dieses Buches durchsprechen konnte, insbesondere auch dem Physiologen der Universität Berlin, Herrn Prof. Trendelenburg. Ebenso danke ich meinen Mitarbeitern, den Herren Dr. L. Borchert, Dr. E. Kuss und Dozent D. G. Schulze für ihre Mithilfe bei der Durchsicht von Manuskript und Korrekturen sowie für manchen wertvollen Hinweis.

Dresden, im Januar 1942.

H. A. Stuart.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung	Seite I
Abgrenzung und Aufgaben der Physik S. 1. — Die Methodik der Physik S. 1.	

Erstes Kapitel.

Mechanik.

A. Allgemeiner Teil	3
I. Längen — Winkel — Zeiten	3
Längeneinheit und Längenmessung S. 3. — Winkelmessung S. 4. — Zeitmessung S. 5.	
II. Darstellung von Bewegungen	5
Geschwindigkeit S. 5. — Gleichförmig beschleunigte Bewegung, freier Fall S. 7. — Ungleichförmige Bewegung, Kreisbahn S. 7.	
III. Kraft und Masse	9
Trägheitssatz, Kraft als Ursache der Beschleunigung S. 9. — Schwer- kraft, Gewicht S. 10. — Dichte und Wichte S. 12.	
IV. Arbeit und Energie	12
Arbeit und Leistung S. 12. — Energie S. 13.	
B. Kräfte im Gleichgewicht (Statik)	15
I. Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften	15
Kräfteparallelogramm S. 15. — Hebelgesetz S. 16. — Parallele Kräfte, Kräftepaar S. 17.	
II. Schwerpunkt und Gleichgewicht	18
Schwerpunkt S. 18. — Gleichgewicht 18.	
III. Maschinen	18
Schiefe Ebene S. 19. — Schraube, Keil S. 19. — Rolle und Wellrad S. 20. — Waagen S. 20.	
C. Lehre von der Bewegung unter dem Einfluß von Kräften (Dy- namik)	21
I. Grundsätze der Dynamik	21
Beschleunigungssatz, Kraft und Gegenkraft S. 21. — Schwerpunkts- satz, Impulssatz S. 22.	
II. Einige besondere Bewegungsformen	23
Kreisbahn, Zentripetal- und Zentrifugalkraft S. 23. — Kräfte bei der Erddumdrehung S. 26. — Lineare Schwingung, Pendel S. 27. — Wurf- bewegung S. 29. — Stoßvorgänge S. 30.	
III. Drehbewegung starrer Körper	31
Einige Grundbegriffe S. 31. — Grundgesetz der Drehbewegung, phy- siches Pendel S. 33. — Satz von der Erhaltung des Drehimpulses S. 34. — Freie Achsen S. 35. — Der Kreisel S. 36.	
IV. Allgemeine Gravitation	38
Gravitationsgesetz S. 38. — Planetenbewegung S. 39.	
D. Die mechanischen Eigenschaften der drei Aggregatzustände als Folge des molekularen Aufbaus der Materie und der molekularen Kräfte	39
Vorbemerkung S. 39.	

	Seite
I. Der molekulare Aufbau der Materie und die molekularen Kräfte	40
Allgemeines über Moleküle S. 40. — Größe, Form und Kerngerüst der Moleküle S. 41. — Die Molekularbewegung S. 43. — Einiges über die zwischenmolekularen Kräfte S. 44.	
II. Der feste Körper	45
Molekularer Bau, Kristallgitter S. 45. — Elastizität S. 46. — Festigkeit und Härte S. 48. — Reibung fester Körper S. 49.	
III. Ruhende Flüssigkeiten.	50
Allgemeines, Bewegungs- und Ordnungszustand der Moleküle in Flüssigkeiten S. 50. — Einstellung der Flüssigkeitsoberfläche S. 51. — Der Druck in Flüssigkeiten S. 52. — Auftrieb, Schwimmen S. 54. — Oberflächenspannung S. 55. — Ausbreitung von Flüssigkeiten S. 56.	
IV. Ruhende Gase	58
Das Verhalten der Moleküle im Gaszustand S. 58. — Druck und Volumen eines Gases S. 59. — Die Lufthülle der Erde und der Luftdruck S. 60.	
V. Bewegungen in Flüssigkeiten und Gasen (Hydro- und Aerodynamik).	62
Vorbemerkung S. 62. — Innere Reibung S. 63. — Druck und Geschwindigkeit in der Strömung S. 65. — Widerstand bewegter fester Körper in Flüssigkeiten und Gasen S. 67. — Grundlagen des Fluges S. 69.	

Zweites Kapitel.

Schwingungs- und Wellenlehre. Akustik.

I. Allgemeines über Schwingungen und Wellen.	70
Zusammensetzung von Schwingungen S. 70. — Entstehung von elastischen Wellen S. 72. — Eigenschwingungen und Wellen in elastischen Körpern S. 75. — Erzwungene Schwingungen, Resonanz S. 76. — Gekoppelte Schwingungen S. 77. — Ausbreitung von Wellen S. 78.	
II. Akustik	80
Gehörsempfindungen S. 80. — Schallquellen S. 84. — Ausbreitung des Schalles S. 86. — Ultraschall S. 88.	

Drittes Kapitel.

Wärmelehre.

I. Thermometrie — Wärmeausdehnung — Kalorimetrie.	90
Wesen der Wärme S. 90. — Temperatur und Thermometrie S. 90. — Praktische Temperaturmessung S. 91. — Wärmeausdehnung S. 92. — Wärmemenge, spezifische Wärme S. 93.	
II. Wärme und Arbeit	94
Mechanisches Wärmeäquivalent, erster Hauptsatz der Wärmelehre S. 94. — Spezifische Wärmen und Energieinhalt von Gasen S. 95. — Gesetze der idealen Gase S. 96. — Gasarbeit S. 98. — Van der Waalsche Zustandsgleichung S. 98. — Joule-Thomson-Effekt S. 99. — Adiabatische Zustandsänderung S. 99. — Carnotscher Kreisprozeß S. 100. — Zweiter Hauptsatz der Wärmelehre, Wahrscheinlichkeit von Naturvorgängen S. 102. — Dritter Hauptsatz der Wärmelehre S. 104. — Wärmekraftmaschinen S. 105. — Mechanische Wärmetheorie und kinetische Gastheorie S. 106.	
III. Änderungen des Aggregatzustandes	108
Schmelzen, Schmelzpunkt, Schmelzwärme S. 108. — Mischungen und Lösungen S. 109. — Osmose S. 111. — Verdampfung, Sättigungsdruck, Sieden S. 111. — Sublimation S. 114. — Feuchtigkeit der Luft S. 114. — Verflüssigung von Gasen S. 114.	
IV. Wärmeausbreitung	116
Wärmeleitung S. 116. — Konvektion S. 118. — Wärmestrahlung S. 118.	

Viertes Kapitel.

Elektrizität und Magnetismus.

Vorbemerkung S. 119.	
I. Elektrostatik	119
Grunderscheinungen. Coulombsches Gesetz S. 119. — Das elektrische Feld S. 121. — Potential und Spannung S. 122. — Die atomistische Struktur der Elektrizität S. 124. — Beweglichkeit der Ladungsträger S. 125. — Ladungsverteilung und elektrisches Feld in Leitern S. 126. — Influenz S. 127. — Kapazität S. 130. — Materie im elektrischen Felde S. 131. — Berührungsspannung, elektrische Doppelschichten in Grenzflächen und Elektrizitätserzeugung S. 134.	
II. Allgemeine Eigenschaften des elektrischen Stromes und Meßmethoden . .	136
Der elektrische Strom und seine Merkmale S. 136. — Ohmsches Gesetz S. 137. — Die Elektrizitätsleitung in Metallen und ihre Temperaturabhängigkeit S. 139. — Stromverzweigung S. 140. — Schaltungen und Meßmethoden S. 141.	
III. Strom und Wärme	144
Stromarbeit und Stromwärme S. 144. — Praktische Anwendungen der Stromwärme S. 145. — Thermoelektrizität S. 145.	
IV. Das magnetische Feld.	146
Grunderscheinungen des Magnetismus S. 146. — Magnetfeld eines Stromes S. 148. — Molekulare elektrische Deutung des Magnetismus S. 150. — Erdmagnetismus S. 150. — Kraftwirkungen auf Ströme im Magnetfeld S. 151.	
V. Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten.	153
a) Mechanismus der Elektrizitätsleitung.	
Die elektrolytische Dissoziation S. 153. — Die Ladung der Ionen S. 155. — Ionenwanderung und Ohmsches Gesetz S. 156. — Elektrokinetische Erscheinungen S. 157.	
b) Chemische Umsetzungen.	
Lösungsdruck. Galvanische Elemente S. 158. — Elektrolytische Polarisation. Akkumulator S. 159. — Praktische Anwendungen der Elektrolyse S. 161.	
VI. Elektrizitätsleitung in Gasen und im Vakuum	161
Allgemeines über die Elektrizitätsleitung in Gasen S. 161. — Elektrizitätsleitung im Hochvakuum S. 163. — Kathodenstrahlen S. 163. — Anwendungen der Glühkathodenröhre S. 166. — Elektrizitätsleitung in Gasen bei niedrigem Druck S. 166. — Elektrizitätsleitung bei höheren Drucken S. 169.	
VII. Elektromagnetische Induktion	171
Grundtatsachen der Induktion S. 171. — Das Induktionsgesetz S. 173. — Zur Deutung der Induktionserscheinungen S. 175. — Gegenseitige Induktion und Selbstinduktion S. 176. — Wechselströme S. 178.	
VIII. Magnetische Eigenschaften der Stoffe.	180
Grundbegriffe S. 180. — Dia- und Paramagnetismus S. 181. — Ferromagnetismus S. 182.	
IX. Anwendungen der Induktion	184
Generatoren und Motoren S. 184. — Transformator S. 186. — Induktor S. 187. — Telephon und Mikrophon S. 188.	
X. Elektrische Schwingungen und Wellen	188
Entstehung von elektrischen Schwingungen S. 188. — Erzeugung von hochfrequenten gedämpften Schwingungen S. 189. — Beobachtungen an elektromagnetischen Wellen S. 190. — Der Mechanismus der Ausbreitung eines elektromagnetischen Feldes S. 193. — Ungedämpfte Schwingungen. Drahtlose Telephonie S. 193.	
XI. Radioaktivität	194
Die radioaktiven Strahlen S. 194. — Der radioaktive Zerfall S. 196. — Elementarteilchen S. 198. — Der Aufbau der Atomkerne S. 200. — Künstliche Radioaktivität S. 201. — Ultrastrahlung S. 203.	

Fünftes Kapitel.

Optik und allgemeine Strahlungslehre.

A. Das Wesen des Lichtes und seine Ausbreitung.	204
Das Wesen des Lichtes S. 204. — Grunderscheinungen der Lichtausbreitung S. 205. — Lichtgeschwindigkeit S. 206. — Messung des Lichtes. Photometrie S. 207.	
B. Geometrische Optik	209
I. Grunderscheinungen der geometrischen Optik	209
Reflexion des Lichtes S. 209. — Brechung des Lichtes S. 210. — Totalreflexion S. 212. — Dispersion S. 213.	
II. Bilderzeugung durch Spiegel und Linsen	214
Der ebene Spiegel S. 214. — Die sphärischen Spiegel S. 215. — Abbildung durch Brechung an einer Kugelfläche S. 217. — Abbildung durch dünne Linsen S. 218. — Abbildung durch dicke Linsen S. 221. — Abbildung durch Linsensysteme S. 223. — Abbildungsfehler S. 223.	
III. Das Auge und das Sehen	225
Das Auge als optisches System S. 225. — Akkomodation des Auges. Brillen S. 226. — Räumliches Sehen S. 227. — Sehen mit Zäpfchen und Stäbchen. Farbensehen S. 227. — Farben S. 228.	
IV. Optische Instrumente	229
Vorbemerkung über den Einfluß der Beugung und über die Strahlenbegrenzung durch Blenden S. 229. — Photographische Kamera S. 231. — Bildwerfer 231. — Lupe S. 232. — Mikroskop S. 233. — Fernrohr S. 236. — Spektralapparat S. 238.	
C. Wellenoptik.	239
I. Interferenzerscheinungen.	239
Fresnel'scher Spiegelversuch S. 239. — Farben dünner Blättchen. Newton'sche Ringe S. 240.	
II. Beugung des Lichtes	240
Beugung an kleinen Öffnungen und Hindernissen S. 240. — Beugungsspektrum S. 242. — Auflösungsvermögen von Instrumenten S. 243. — Lichtzerstreuung an kleinsten Teilchen. Ultramikroskop S. 244. — Raman-Strahlung S. 245.	
III. Polarisation.	246
Polarisation durch Reflexion S. 246. — Polarisation durch Doppelbrechung S. 248. — Drehung der Polarisationsebene S. 250. — Interferenz polarisierten Lichtes S. 252.	
D. Elektromagnetisches Spektrum	253
I. Ultrarotes und ultraviolettes Spektralgebiet	253
Übersicht über das gesamte Spektrum S. 253. — Ultrarotes Licht S. 253. — Ultraviolettes Licht S. 254.	
II. Röntgenstrahlen.	255
Herstellung und allgemeine Eigenschaften S. 255. — Die Schwächung der Röntgenstrahlen beim Durchgang durch Materie S. 258. — Röntgeninterferenzen an Kristallen. Strukturanalyse S. 258.	
E. Strahlung und Materie	259
I. Temperatur- und Luminiszenzstrahlung	259
Temperaturstrahlung. Schwarzer Körper S. 259. — Die Gesetze der schwarzen Strahlung S. 261. — Fluoreszenz und Phosphoreszenz S. 262.	
II. Teilcheneigenschaften des Lichtes.	263
Der lichtelektrische Effekt S. 264. — Quantentheorie des Lichtes S. 265. — Dualismus von Welle und Teilchen S. 266.	
III. Atombau und Spektrallinien.	267
Emissions- und Absorptionsspektren S. 267. — Atommodelle und Linienspektren S. 268. — Atombau und periodisches System der Elemente S. 271. — Röntgenspektren S. 273. — Das wellenmechanische Atommodell S. 274. — Bandenspektren S. 275.	
Namen- und Sachverzeichnis	276