

# KURZES LEHRBUCH DER PHYSIK

VON

DR. H. A. STUART

O. PROFESSOR FÜR CHEMISCHE PHYSIK  
AN DER UNIVERSITÄT MAINZ

FÜNFTE AUFLAGE

UNTER MITARBEIT VON

DR. E. SAUR

O. PROFESSOR FÜR ANGEWANDTE PHYSIK  
AN DER UNIVERSITÄT GIESSEN

MIT 383 ABBILDUNGEN



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH 1961

ISBN 978-3-662-30176-0

ISBN 978-3-662-30175-3 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-30175-3

Alle Rechte, insbesondere das der **Übersetzung** in fremde Sprachen, vorbehalten  
Ohne ausdrückliche Genehmigung des **Verlages** ist es auch nicht gestattet,  
dieses Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1961

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG., Berlin/Göttingen/Heidelberg 1961

Softcover reprint of the hardcover 5th edition 1961

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buche  
berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne  
der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von  
jedermann benutzt werden dürften

## Vorwort zur fünften Auflage

Die vorliegende Auflage ist unter Mitwirkung von Herrn Prof. Dr. E. SAUR einer eingehenden Durchsicht unterzogen worden. Der leitende Gesichtspunkt, eine möglichst allgemeine und elementare Einführung in die Grundgesetze und Vorstellungen der Physik zu geben, ist beibehalten. Der Abschnitt „Der Atomkern und seine Umwandlungen“ ist etwas verbreitert und auf den neuesten Stand gebracht worden. Die Hinweise auf praktische Anwendungen haben wir vermehrt und dafür manche entbehrlichen klassischen Beispiele gestrichen.

Herrn Kollegen SAUR möchte ich auch an dieser Stelle für seine sorgfältige und kritische Mitarbeit herzlich danken.

Mainz, im Juli 1961

H. A. STUART

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung . . . . .	1
Abgrenzung und Aufgaben der Physik S. 1. — Die Methodik der Physik S. 1.	
<b>Erstes Kapitel</b>	
<b>Mechanik</b>	
A. Allgemeiner Teil . . . . .	3
I. Längen — Winkel — Zeiten . . . . .	3
Längeneinheit und Längenmessung S. 3. — Winkelmessung S. 5. — Zeitmessung S. 5.	
II. Darstellung von Bewegungen. . . . .	6
Geschwindigkeit S. 6. — Gleichförmig beschleunigte Bewegung, freier Fall S. 7. — Ungleichförmige Bewegung, Kreisbahn S. 8.	
III. Kraft und Masse. . . . .	9
Trägheitssatz, Kraft als Ursache der Beschleunigung S. 9. — Schwerkraft, Gewicht S. 11. — Dichte und Wichte S. 12.	
IV. Arbeit und Energie. . . . .	13
Arbeit und Leistung S. 13. — Energie S. 14.	
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 S. 19.	
III. Maschinen . . . . .	19
Schiefe Ebene S. 20. — Schraube, Keil S. 20. — Rolle und Wellrad S. 20. — Waagen S. 21.	
C. Lehre von der Bewegung unter dem Einfluß von Kräften (Dynamik) . . . . .	22
I. Grundsätze der Dynamik . . . . .	22
Beschleunigungssatz, Kraft und Gegenkraft S. 22. — Schwerpunktssatz, Impulssatz S. 23.	
II. Einige besondere Bewegungsformen . . . . .	24
Kreisbahn, Zentrietal- und Zentrifugalkraft, Corioliskraft S. 24. — Kräfte bei der Erdumdrehung S. 27. — Lineare Schwingung, Pendel S. 28. — Wurfbewegung S. 30. — Stoßvorgänge S. 31.	
III. Drehbewegung starrer Körper . . . . .	32
Einige Grundbegriffe S. 32. — Grundgesetz der Drehbewegung, physisches Pendel S. 34. — Satz von der Erhaltung des Drehimpulses S. 36. — Freie Achsen S. 36. — Der Kreisel S. 37.	
IV. Allgemeine Gravitation . . . . .	39
Gravitationsgesetz S. 39. — Planetenbewegung S. 40.	
D. Die mechanischen Eigenschaften der drei Aggregatzustände als Folge des molekularen Aufbaus der Materie und der molekularen Kräfte . . . . .	41
Vorbemerkung S. 41.	
I. Der molekulare Aufbau der Materie und die molekularen Kräfte . . . . .	41
Allgemeines über Moleküle S. 41. — Größe, Form und Kerngerüst der Moleküle S. 42. — Die Molekularbewegung S. 45. — Einiges über die zwischenmolekularen Kräfte S. 46.	
II. Der feste Körper . . . . .	47
Molekularer Bau, Kristallgitter S. 47. — Elastizität S. 48. — Festigkeit und Härte S. 50. — Reibung fester Körper S. 51.	

	Seite
III. Ruhende Flüssigkeiten . . . . .	52
Allgemeines, Bewegungs- und Ordnungszustand der Moleküle in Flüssigkeiten S. 52. — Einstellung der Flüssigkeitsoberfläche S. 53. — Der Druck in Flüssigkeiten S. 54. — Auftrieb, Schwimmen S. 56. — Oberflächenspannung S. 57. — Ausbreitung von Flüssigkeiten S. 59.	
IV. Ruhende Gase . . . . .	60
Das Verhalten der Moleküle im Gaszustand S. 60. — Druck und Volumen eines Gases S. 61. — Die Lufthülle der Erde und der Luftdruck S. 62.	
V. Bewegungen in Flüssigkeiten und Gasen (Hydro- und Aerodynamik) . . .	65
Vorbemerkung S. 65. — Innere Reibung S. 66. — Druck und Geschwindigkeit in der Strömung S. 68. — Widerstand bewegter fester Körper in Flüssigkeiten und Gasen S. 70. — Grundlagen des Fluges S. 72.	

Zweites Kapitel

Schwingungs- und Wellenlehre. Akustik

I. Allgemeines über Schwingungen und Wellen . . . . .	74
Zusammensetzung von Schwingungen S. 74. — Entstehung von elastischen Wellen S. 76. — Eigenschwingungen und Wellen in elastischen Körpern S. 79. — Erzwungene Schwingungen, Resonanz, Dämpfung S. 81. — Gekoppelte Schwingungen S. 82. — Ausbreitung von Wellen S. 82.	
II. Akustik . . . . .	85
Gehörsempfindungen S. 85. — Schallquellen S. 89. — Ausbreitung des Schalls S. 90. — Ultraschall S. 93.	

Drittes Kapitel

Wärmelehre

I. Thermometrie, Wärmeausdehnung, Kalorimetrie . . . . .	94
Wesen der Wärme S. 94. — Temperatur und Thermometrie S. 94. — Praktische Temperaturmessung S. 95. — Wärmeausdehnung S. 96. — Wärmemenge, spezifische Wärme S. 97.	
II. Wärme und Arbeit . . . . .	98
Mechanisches Wärmeäquivalent, erster Hauptsatz der Wärmelehre S. 98. — Spezifische Wärmen und Energieinhalt von Gasen S. 100. — Gesetze der idealen Gase S. 100. — Gasarbeit S. 102. — Van der Waalssche Zustandsgleichung S. 103. — Joule-Thomson-Effekt S. 103. — Adiabatische Zustandsänderung S. 104. — Carnotscher Kreisprozeß S. 104. — Zweiter Hauptsatz der Wärmelehre, Wahrscheinlichkeit von Naturvorgängen S. 107. — Dritter Hauptsatz der Wärmelehre S. 109. — Wärmekraftmaschinen S. 109. — Mechanische Wärmetheorie und kinetische Gastheorie S. 110.	
III. Änderungen des Aggregatzustandes . . . . .	112
Schmelzen, Schmelzpunkt, Schmelzwärme S. 112. — Mischungen und Lösungen S. 113. — Osmose S. 115. — Verdampfung, Sättigungsdruck, Sieden S. 115. — Sublimation S. 118. — Feuchtigkeit der Luft S. 118. — Verflüssigung von Gasen S. 118.	
IV. Wärmeausbreitung . . . . .	120
Wärmeleitung S. 120. — Konvektion S. 122. — Wärmestrahlung S. 122.	

Viertes Kapitel

Elektrizität und Magnetismus

Vorbemerkung S. 124.	
I. Elektrostatik . . . . .	124
Grunderscheinungen, Coulombsches Gesetz S. 124. — Das elektrische Feld S. 126. — Potential und Spannung S. 127. — Die atomistische Struktur der Elektrizität S. 129. — Beweglichkeit der Ladungsträger S. 130. — Ladungsverteilung und elektrisches Feld in Leitern S. 131. — Influenz S. 132. — Kapazität, Kondensatoren S. 136. — Materie im elektrischen Felde S. 137. — Berührungsspannung, elektrische Doppelschichten in Grenzflächen und Elektrizitäts-erzeugung S. 140.	

	Seite
II. Allgemeine Eigenschaften des elektrischen Stromes und Meßmethoden . . .	141
Der elektrische Strom und seine Merkmale S. 141. — Ohmsches Gesetz S. 143. — Stromverzweigung S. 145. — Schaltungen und Meßmethoden S. 146.	
III. Strom und Wärme . . . . .	149
Stromarbeit und Stromwärme S. 149. — Praktische Anwendungen der Stromwärme S. 151. — Thermoelektrizität S. 151.	
IV. Das magnetische Feld . . . . .	152
Grunderscheinungen des Magnetismus S. 152. — Magnetfeld eines Stromes S. 154. — Molekulare, elektrische Deutung des Magnetismus S. 156. — Erdmagnetismus S. 156. — Kraftwirkungen auf Ströme im Magnetfeld S. 157.	
V. Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten und Festkörpern . . . . .	159
a) Mechanismus der Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten . . . . .	159
Die elektrolytische Dissoziation S. 159. — Die Ladung der Ionen S. 161. — Ionenwanderung und Ohmsches Gesetz S. 162. — Elektrokinetische Erscheinungen S. 163.	
b) Chemische Umsetzungen . . . . .	164
Lösungsdruck, Galvanische Elemente S. 164. — Elektrolytische Polarisation, Akkumulator S. 166. — Praktische Anwendungen der Elektrolyse S. 167.	
c) Elektrizitätsleitung in Festkörpern . . . . .	167
Die Elektrizitätsleitung in Metallen und ihre Temperaturabhängigkeit S. 167. — Die Elektrizitätsleitung in Halbleitern, Transistoren S. 168.	
VI. Elektrizitätsleitung in Gasen und im Vakuum . . . . .	169
Allgemeines über die Elektrizitätsleitung in Gasen S. 169. — Elektrizitätsleitung im Hochvakuum S. 171. — Kathodenstrahlen S. 171. — Anwendungen der Glühkathodenröhre S. 174. — Elektrizitätsleitung in Gasen bei niedrigem Druck S. 175. — Elektrizitätsleitung bei höheren Drucken S. 178.	
VII. Elektromagnetische Induktion . . . . .	180
Grundtatsachen der Induktion S. 180. — Das Induktionsgesetz S. 181. — Zur Deutung der Induktionserscheinungen S. 183. — Gegenseitige Induktion und Selbstinduktion S. 185. — Wechselströme S. 186.	
VIII. Magnetische Eigenschaften der Stoffe . . . . .	189
Grundbegriffe S. 189. — Dia- und Paramagnetismus S. 190. — Ferromagnetismus S. 191.	
IX. Anwendungen der Induktion . . . . .	193
Generatoren und Motoren S. 193. — Transformator S. 196. — Induktor S. 196. — Telephon, Mikrophon und Magnetophon S. 197.	
X. Elektrische Schwingungen und Wellen . . . . .	198
Entstehung von elektrischen Schwingungen S. 198. — Erzeugung von hochfrequenten gedämpften Schwingungen S. 199. — Beobachtungen an elektromagnetischen Wellen S. 200. — Der Mechanismus der Ausbreitung eines elektromagnetischen Feldes S. 202. — Ungedämpfte Schwingungen S. 203. — Anwendung von ungedämpften Schwingungen S. 203.	

## Fünftes Kapitel

### Optik und allgemeine Strahlungslehre

A. Das Wesen des Lichtes und seine Ausbreitung . . . . .	205
Das Wesen des Lichtes S. 205. — Grunderscheinungen der Lichtausbreitung S. 206. — Lichtgeschwindigkeit S. 207. — Messung des Lichtes, Photometrie S. 208.	
B. Geometrische Optik . . . . .	210
I. Grunderscheinungen der geometrischen Optik . . . . .	210
Reflexion des Lichtes S. 210. — Brechung des Lichtes S. 211. — Totalreflexion S. 213. — Dispersion S. 214.	
II. Bilderzeugung durch Spiegel und Linsen . . . . .	215
Der ebene Spiegel S. 215. — Die sphärischen Spiegel S. 216. — Abbildung durch Brechung an einer Kugelfläche S. 219. — Abbildung durch dünne Linsen S. 220. — Abbildung durch dicke Linsen S. 223. — Abbildung durch Linsensysteme S. 224. — Abbildungsfehler S. 225.	

	Seite
III. Das Auge und das Sehen . . . . .	226
Das Auge als optisches System S. 226. — Akkommodation des Auges. Brillen S. 227. — Räumliches Sehen S. 228. — Sehen mit Zäpfchen und Stäbchen. Farbensehen S. 229. — Farben S. 229.	
IV. Optische Instrumente . . . . .	231
Vorbemerkung über den Einfluß der Beugung und über die Strahlenbeugung durch Blenden S. 231. — Photographische Kamera S. 232. — Bildwerfer S. 233. — Lupe S. 234. — Mikroskop S. 235. — Fernrohr S. 239. — Spektralapparat S. 241.	
C. Wellenoptik . . . . .	241
I. Interferenzerscheinungen . . . . .	241
Fresnelscher Spiegelversuch S. 241. — Farben dünner Blättchen. Newtonsche Ringe S. 242.	
II. Beugung des Lichtes . . . . .	243
Beugung an kleinen Öffnungen und Hindernissen S. 243. — Beugungsspektrum S. 244. — Auflösungsvermögen von Instrumenten S. 246. — Lichtzerstreuung an kleinsten Teilchen. Ultramikroskop S. 247. — Raman-Strahlung S. 248.	
III. Polarisation . . . . .	249
Polarisation durch Reflexion S. 249. — Polarisation durch Doppelbrechung S. 251. — Drehung der Polarisationssebene S. 253. — Interferenz polarisierten Lichtes S. 255.	
D. Elektromagnetisches Spektrum . . . . .	256
I. Ultrarotes und ultraviolettes Spektralgebiet . . . . .	256
Übersicht über das gesamte Spektrum S. 256. — Ultrarotes Licht S. 257. — Ultraviolettes Licht S. 257.	
II. Röntgenstrahlen . . . . .	258
Herstellung und Spektrum S. 258. — Eigenschaften und Wirkungen der Röntgenstrahlen S. 261. — Röntgeninterferenzen an Kristallen. Strukturanalyse S. 262.	
E. Strahlung und Materie . . . . .	264
I. Temperatur- und Lumineszenzstrahlung . . . . .	264
Temperaturstrahlung. Schwarzer Körper S. 264. — Die Gesetze der schwarzen Strahlung S. 266. — Fluoreszenz und Phosphoreszenz S. 267.	
II. Teilcheneigenschaften des Lichtes . . . . .	268
Der lichtelektrische Effekt S. 268. — Quantentheorie des Lichts S. 270. — Dualismus von Welle und Teilchen S. 271.	

Sechstes Kapitel

**Atombau**

I. Die Spektren und die Elektronenhülle der Atome . . . . .	273
Emissions- und Absorptionsspektren S. 273. — Atommodelle und Linienspektren S. 274. — Atombau und periodisches System der Elemente S. 277. — Röntgenspektren S. 279. — Das wellenmechanische Atommodell S. 280. — Bandenspektrum S. 280.	
II. Der Atomkern und seine Umwandlungen . . . . .	281
Natürliche Radioaktivität S. 281. — Der radioaktive Zerfall S. 283. — Die Elementarteilchen S. 284. — Aufbau der Atomkerne S. 287. — Äquivalenz von Masse und Energie S. 288. — Massendefekt und Bindungsenergie der Kerne S. 288. — Künstliche Kernumwandlung S. 289. — Technische Hilfsmittel zur Herstellung energiereicher Teilchen S. 291. — Künstliche Radioaktivität S. 292. — Kernspaltung, Transurane S. 293. — Kernfusion S. 294. — Gewinnung von Atomkernenergie S. 295. — Kosmische Strahlung S. 296.	
<b>Namen- und Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>297</b>