

DIE  
PHYSIKALISCHEN PRINZIPIEN  
DER QUANTENTHEORIE

VON

W. HEISENBERG

DIREKTOR DES MAX PLANCK-INSTITUTS

FÜR PHYSIK IN MÜNCHEN



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT AG

MANNHEIM

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung . . . . .	1
1. Theorie und Experiment. . . . .	1
2. Grundbegriffe der Quantentheorie. . . . .	3
a) Wilson-Aufnahmen . . . . .	3
b) Beugung von Materiestrahlen (Davisson-Germer, Thomson, Rupp) . . . . .	4
c) Beugung von elektromagnetischer Strahlung . . . . .	4
d) Compton-Simonsches Experiment . . . . .	6
e) Franck-Hertzsche Stoßversuche. . . . .	6
II. Kritik der physikalischen Begriffe des Partikelbildes . . . . .	9
1. Die Unbestimmtheitsrelationen . . . . .	9
2. Nachweis der Unbestimmtheitsrelationen an verschiedenen Meß- instrumenten. . . . .	15
a) Ortsmessung freier Elektronen. . . . .	15
b) Geschwindigkeits- bzw. Impulsmessung an freien Elektronen . . . . .	19
c) Gebundene Elektronen. . . . .	23
d) Energiemessungen . . . . .	29
III. Kritik der physikalischen Begriffe des Wellenbades . . . . .	39
1. Die Unbestimmtheitsrelationen im Wellenbild . . . . .	38
2. Nachweis der Unbestimmtheitsrelationen an einer Meßanordnung . . . . .	40
IV. Die statistische Deutung der Quantentheorie . . . . .	43
1. Mathematische Betrachtungen . . . . .	42
2. Interferenz der Wahrscheinlichkeiten. . . . .	46
3. Bohrs Begriff der Komplementarität . . . . .	47
V. Diskussion wichtiger Experimente. . . . .	50
1. Wilsonsche Aufnahmen . . . . .	50
2. Beugungsexperimente. . . . .	57
3. Das Experiment von Einstein und Rupp. . . . .	59
4. Emission, Absorption und Dispersion von Strahlung. . . . .	60
a) Anwendung der Erhaltungssätze. . . . .	60
b) Vollständige Behandlung . . . . .	62

	Seite
5. Interferenz und Erhaltungssätze. . . . .	65
6. Der Comptoneffekt und das Compton-Simonsche Experiment . . .	68
7. Schwankungserscheinungen der Strahlung. . . . .	70
8. Relativistische Formulierung der Quantentheorie. . . . .	76
Der mathematische Apparat der Quantentheorie. . . . .	78
1. Die Partikelvorstellung (Materie). . . . .	78
2. Transformationstheorie. . . . .	82
3. Die Schrödingersche Differentialgleichung . . . . .	85
4. Störungstheorie. . . . .	86
5. Resonanz zwischen zwei Atomen; die physikalische Bedeutung der Transformationsmatrizen . . . . .	88
6. Partikelbild der Strahlung. . . . .	93
7. Quantenstatistik . . . . .	93
8. Wellenvorstellung der Materie und der Strahlung; klassische Theorie	96
9. Quantentheorie der Wellenfelder. . . . .	101
10. Anwendung auf die Wellen negativer Ladung. . . . .	108
11. Beweis der mathematischen Äquivalenz der Quantentheorie des Partikelbildes und der Quantentheorie des Wellenbildes. . . . .	109
12. Anwendung auf die Theorie der Strahlung. . . . .	112
Literaturverzeichnis. . . . .	114
Namen- und Sachregister. . . . .	116