

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Vorwort</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Vorwort zur deutschen Ausgabe</b>                             | <b>13</b> |
| <b>Schreibweise</b>  | <b>16</b> |
| <b>1 Historische Einführung</b>                                  | <b>18</b> |
| 1.1 Photonen . . . . .   | 21        |
| 1.2 Atomspektren . . . . .                                       | 25        |
| 1.3 Wellenmechanik . . . . .                                     | 30        |
| 1.4 Matrizenmechanik . . . . .                                   | 34        |
| 1.5 Wahrscheinlichkeitsinterpretation . . . . .                  | 41        |
| Historische Bibliographie . . . . .                              | 46        |
| Aufgaben . . . . .   | 47        |
| <b>2 Teilchenzustände in einem Zentralpotential</b>              | <b>48</b> |
| 2.1 Die Schrödinger-Gleichung für ein Zentralpotenzial . . . . . | 51        |
| 2.2 Kugelflächenfunktionen . . . . .                             | 58        |
| 2.3 Das Wasserstoffatom . . . . .                                | 61        |
| 2.4 Das Zweikörperproblem . . . . .                              | 66        |
| 2.5 Der harmonische Oszillator . . . . .                         | 67        |
| Aufgaben . . . . .   | 72        |
| <b>3 Allgemeine Prinzipien der Quantenmechanik</b>               | <b>74</b> |
| 3.1 Zustände . . . . .   | 77        |
| 3.2 Kontinuumszustände . . . . .                                 | 82        |
| 3.3 Observablen . . . . .  | 85        |
| 3.4 Symmetrien . . . . .   | 94        |
| 3.5 Räumliche Translation . . . . .                              | 98        |
| 3.6 Zeitliche Translation . . . . .                              | 102       |
| 3.7 Deutungen der Quantenmechanik . . . . .                      | 106       |
| Aufgaben . . . . .   | 120       |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4 Spin et cetera</b>   | <b>122</b> |
| 4.1 Rotationen . . . . .  | 127        |
| 4.2 Multipletts des Drehimpulses . . . . .                      | 132        |
| 4.3 Addition von Drehimpulsen . . . . .                         | 137        |
| 4.4 Das Wigner-Eckart-Theorem . . . . .                         | 145        |
| 4.5 Bosonen und Fermionen . . . . .                             | 149        |
| 4.6 Innere Symmetrien . . . . .                                 | 158        |
| 4.7 Inversionen . . . . .                                       | 165        |
| 4.8 Algebraische Herleitung des Wasserstoffspektrums . . . . .  | 170        |
| Aufgaben . . . . .  | 174        |
| <br>  |            |
| <b>5 Näherungen für Energieeigenwerte</b>                       | <b>176</b> |
| 5.1 Störungstheorie in erster Ordnung . . . . .                 | 179        |
| 5.2 Der Zeeman-Effekt . . . . .                                 | 184        |
| 5.3 Der Stark-Effekt erster Ordnung . . . . .                   | 188        |
| 5.4 Störungstheorie zweiter Ordnung . . . . .                   | 192        |
| 5.5 Die Variationsmethode . . . . .                             | 196        |
| 5.6 Die Born-Oppenheimer-Näherung . . . . .                     | 199        |
| 5.7 Die WKB-Näherung . . . . .                                  | 205        |
| 5.8 Gebrochene Symmetrie . . . . .                              | 212        |
| Aufgaben . . . . .  | 215        |
| <br>  |            |
| <b>6 Näherungen für zeitabhängige Probleme</b>                  | <b>216</b> |
| 6.1 Störungstheorie erster Ordnung . . . . .                    | 219        |
| 6.2 Monochromatische Störungen . . . . .                        | 220        |
| 6.3 Ionisierung durch eine elektromagnetische Welle . . . . .   | 222        |
| 6.4 Fluktuierende Störungen . . . . .                           | 225        |
| 6.5 Absorption und stimulierte Emission von Strahlung . . . . . | 226        |
| 6.6 Die adiabatische Näherung . . . . .                         | 228        |
| 6.7 Die Berry-Phase . . . . .                                   | 232        |
| Aufgaben . . . . .  | 237        |
| <br>  |            |
| <b>7 Potenzialstreuung</b>                                      | <b>238</b> |
| 7.1 In-Zustände . . . . .                                       | 241        |
| 7.2 Streuamplituden . . . . .                                   | 245        |
| 7.3 Das optische Theorem . . . . .                              | 248        |
| 7.4 Die Bornsche Näherung . . . . .                             | 251        |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>7.5</b>  | <b>Streuphasen . . . . .</b>                                   | <b>253</b> |
| <b>7.6</b>  | <b>Resonanzen . . . . .</b>                                    | <b>258</b> |
| <b>7.7</b>  | <b>Zeitliche Verzögerung . . . . .</b>                         | <b>261</b> |
| <b>7.8</b>  | <b>Das Theorem von Levinson . . . . .</b>                      | <b>263</b> |
| <b>7.9</b>  | <b>Coulomb-Streuung . . . . .</b>                              | <b>264</b> |
| <b>7.10</b> | <b>Die Eikonalnäherung . . . . .</b>                           | <b>266</b> |
|             | <b>Aufgaben . . . . .</b>                                      | <b>270</b> |
| <b>8</b>    | <b>Allgemeine Streutheorie</b>                                 | <b>272</b> |
| <b>8.1</b>  | <b>Die S-Matrix . . . . .</b>                                  | <b>275</b> |
| <b>8.2</b>  | <b>Raten . . . . .</b>   | <b>279</b> |
| <b>8.3</b>  | <b>Das allgemeine optische Theorem . . . . .</b>               | <b>283</b> |
| <b>8.4</b>  | <b>Die Partialwellenentwicklung . . . . .</b>                  | <b>284</b> |
| <b>8.5</b>  | <b>Noch einmal Resonanzen . . . . .</b>                        | <b>291</b> |
| <b>8.6</b>  | <b>Altmodische Störungstheorie . . . . .</b>                   | <b>296</b> |
| <b>8.7</b>  | <b>Zeitabhängige Störungstheorie . . . . .</b>                 | <b>301</b> |
| <b>8.8</b>  | <b>Schwach gebundene Zustände . . . . .</b>                    | <b>306</b> |
|             | <b>Aufgaben . . . . .</b>                                      | <b>312</b> |
| <b>9</b>    | <b>Der kanonische Formalismus</b>                              | <b>314</b> |
| <b>9.1</b>  | <b>Der Lagrange-Formalismus . . . . .</b>                      | <b>317</b> |
| <b>9.2</b>  | <b>Symmetrieprinzipien und Erhaltungssätze . . . . .</b>       | <b>318</b> |
| <b>9.3</b>  | <b>Der Hamilton-Formalismus . . . . .</b>                      | <b>320</b> |
| <b>9.4</b>  | <b>Kanonische Kommutatorrelationen . . . . .</b>               | <b>322</b> |
| <b>9.5</b>  | <b>Hamiltonsche Systeme mit Zwangsbedingungen . . . . .</b>    | <b>326</b> |
| <b>9.6</b>  | <b>Der Pfadintegral-Formalismus . . . . .</b>                  | <b>330</b> |
|             | <b>Aufgaben . . . . .</b>                                      | <b>337</b> |
| <b>10</b>   | <b>Geladene Teilchen in elektromagnetischen Feldern</b>        | <b>338</b> |
| <b>10.1</b> | <b>Kanonischer Formalismus für geladene Teilchen . . . . .</b> | <b>341</b> |
| <b>10.2</b> | <b>Eichinvarianz . . . . .</b>                                 | <b>343</b> |
| <b>10.3</b> | <b>Landau-Niveaus . . . . .</b>                                | <b>345</b> |
| <b>10.4</b> | <b>Der Aharonov-Bohm-Effekt . . . . .</b>                      | <b>348</b> |
|             | <b>Aufgaben . . . . .</b>                                      | <b>351</b> |
| <b>11</b>   | <b>Die Quantentheorie der Strahlung</b>                        | <b>352</b> |
| <b>11.1</b> | <b>Die Euler-Lagrange-Gleichungen . . . . .</b>                | <b>355</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 11.2 Der Lagrangian der Elektrodynamik . . . . .          | 356        |
| 11.3 Kommutatorrelationen in der Elektrodynamik . . . . . | 359        |
| 11.4 Der Hamiltonian für die Elektrodynamik . . . . .     | 362        |
| 11.5 Wechselwirkungsbild . . . . .                        | 364        |
| 11.6 Photonen . . . . .                                   | 368        |
| 11.7 Strahlungsübergangsraten . . . . .                   | 373        |
| Aufgaben . . . . .  | 380        |
| <br>  |            |
| <b>12 Verschränkung</b>                                   | <b>382</b> |
| 12.1 Paradoxa der Verschränkung . . . . .                 | 385        |
| 12.2 Die Bellschen Ungleichungen . . . . .                | 390        |
| 12.3 Quantencomputing . . . . .                           | 394        |
| <br>  |            |
| <b>Index</b>  | <b>399</b> |