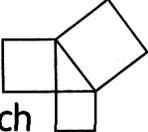


H. Schulz

# Physik mit Bleistift

Das analytische Handwerkszeug des Naturwissenschaftlers

Verlag  
Harri  
Deutsch



# Inhaltsverzeichnis

---

Teil I : Wintersemester

---

|          |                                      |           |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Vektoren</b>                      | <b>3</b>  |
| 1.1      | Richtung und Betrag . . . . .        | 4         |
| 1.2      | Skalarprodukt . . . . .              | 11        |
| 1.3      | Kreuzprodukt . . . . .               | 17        |
| <b>2</b> | <b>Kinematik</b>                     | <b>28</b> |
| 2.1      | Raumkurven . . . . .                 | 28        |
| 2.2      | Differenzieren . . . . .             | 32        |
| <b>3</b> | <b>Newton</b>                        | <b>39</b> |
| 3.1      | Vorhersage der Zukunft . . . . .     | 41        |
| 3.2      | Impuls und Drehimpuls . . . . .      | 45        |
| 3.3      | Energie und Potential . . . . .      | 47        |
| <b>4</b> | <b>Tensoren</b>                      | <b>56</b> |
| 4.1      | Drehmatrix . . . . .                 | 56        |
| 4.2      | Beispiele . . . . .                  | 65        |
| 4.3      | Hauptachsen-Transformation . . . . . | 71        |
| <b>5</b> | <b>Funktionen</b>                    | <b>76</b> |
| 5.1      | Skala-Änderungen . . . . .           | 77        |
| 5.2      | Die $e$ -Funktion . . . . .          | 81        |
| 5.3      | Potenzreihen . . . . .               | 87        |
| 5.4      | Störungsrechnung . . . . .           | 94        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>6</b> | <b>Integrale</b>                                | <b>99</b>  |
| 6.1      | Gewöhnliches Integral . . . . .                 | 99         |
| 6.2      | Physik mit Integralen . . . . .                 | 107        |
| 6.3      | Integrations-Methoden . . . . .                 | 113        |
| 6.4      | Kurven-, Flächen- und Volumenintegral . . . . . | 116        |
| 6.5      | Krummlinige Koordinaten . . . . .               | 125        |
| 6.6      | Delta-Funktion . . . . .                        | 128        |
| <b>7</b> | <b>Über das Lösen von Bewegungsgleichungen</b>  | <b>136</b> |
| 7.1      | Terminologie . . . . .                          | 136        |
| 7.2      | Zehn Fälle . . . . .                            | 138        |

---

Teil II : Sommersemester

---

|           |                                       |            |
|-----------|---------------------------------------|------------|
| <b>8</b>  | <b>Felder</b>                         | <b>151</b> |
| 8.1       | Gradient und Nabla . . . . .          | 152        |
| 8.2       | Rotation . . . . .                    | 155        |
| 8.3       | Divergenz . . . . .                   | 159        |
| 8.4       | Nabla mal Nabla . . . . .             | 164        |
| 8.5       | Drei Theoreme . . . . .               | 170        |
| <b>9</b>  | <b>Integralsätze</b>                  | <b>176</b> |
| 9.1       | Gauß und Stokes . . . . .             | 176        |
| 9.2       | Anwendungsbeispiele . . . . .         | 178        |
| 9.3       | Wege in der komplexen Ebene . . . . . | 183        |
| <b>10</b> | <b>Diffusion und Wellen</b>           | <b>188</b> |
| 10.1      | Diffusion = Wärmeleitung . . . . .    | 188        |
| 10.2      | Wellengleichung . . . . .             | 192        |
| <b>11</b> | <b>Maxwell</b>                        | <b>197</b> |
| 11.1      | Erste Folgerungen . . . . .           | 198        |
| 11.2      | Licht . . . . .                       | 202        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| <b>12</b> | <b>Fourier–Transformation</b>           | <b>211</b> |
| 12.1      | Fourier–Reihe . . . . .                 | 211        |
| 12.2      | Fourier–Transformation . . . . .        | 219        |
| 12.3      | Anwendungsbeispiele . . . . .           | 225        |
| <b>13</b> | <b>Variationsrechnung</b>               | <b>241</b> |
| 13.1      | Testfunktionen (Weg 1) . . . . .        | 242        |
| 13.2      | Variation gleich Null (Weg 2) . . . . . | 244        |
| 13.3      | Das inverse Problem (Weg 3) . . . . .   | 250        |
| <b>14</b> | <b>Wahrscheinlichkeiten</b>             | <b>254</b> |
| 14.1      | Wahrscheinlichkeit ist meßbar . . . . . | 254        |
| 14.2      | Entropie . . . . .                      | 259        |
| 14.3      | Maxwell–Verteilung . . . . .            | 262        |
| 14.4      | $e^{-\beta E}$ . . . . .                | 265        |

---

Teil III : Neuland

---

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| <b>15</b> | <b>Erste Schritte in die spezielle Relativitätstheorie</b> | <b>271</b> |
| <b>16</b> | <b>Erste Schritte in die Quantentheorie</b>                | <b>285</b> |

---

Teil IV : Übungsaufgaben

---

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | Übungs–Blätter 1 – 26 . . . . .                      | 316          |
|  | Zwei Klausuren mit Lösungen . . . . .                | 348          |
|  | Darstellende Geometrie: Aufgabe mit Lösung . . . . . | 352          |
|  | Literatur . . . . .                                  | 353          |
|  | Index . . . . .                                      | 356          |
|  | „Die Bosheiten“ . . . . .                            | Inneneinband |