

Inhalt

- 1 Intention dieses Buches — 1**

- 2 Der Laser — 3**
 - 2.1 Worum es geht — 4
 - 2.1.1 Wechselwirkung von Licht mit Materie — 4
 - 2.1.2 Kohärentes Licht — 6
 - 2.1.3 Funktionsprinzip des Lasers — 8
 - 2.1.4 Ratengleichungen — 10
 - 2.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 17
 - 2.2.1 Beugungsphänomene — 17
 - 2.2.2 Laser in der Halbleiterindustrie — 18
 - 2.2.3 Präzisionsmessungen von Frequenzen — 21
- Literatur — 24

- 3 Das Mikroskop — 25**
 - 3.1 Worum es geht — 26
 - 3.1.1 Ein paar Worte zur geometrischen Optik — 26
 - 3.1.2 Über Linsen — 27
 - 3.1.3 Mikroskopische Abbildung – Abbesche Theorie — 30
 - 3.1.4 Aufbau eines Mikroskops — 31
 - 3.1.5 Verschiedene Beleuchtungsverfahren — 31
 - 3.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 36
 - 3.2.1 STED-Mikroskopie — 36
 - 3.2.2 Mikroskopie auf Basis von Elektronen — 38
- Literatur — 39

- 4 Gravitationswellen — 41**
 - 4.1 Worum es geht — 42
 - 4.1.1 Anfänge der Gravitationsphysik — 42
 - 4.1.2 Bewegungsgleichung der Allgemeinen Relativitätstheorie — 44
 - 4.1.3 Die Feldgleichungen — 47
 - 4.1.4 Die Schwarzschild-Metrik — 49
 - 4.1.5 Wellenlösungen der Feldgleichungen — 51
 - 4.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 54
 - 4.2.1 Indirekter Nachweis in Binärsystemen — 54
 - 4.2.2 Das Gravitationswellensignal GW150914 — 56
 - 4.3 Ausblick — 59
- Literatur — 60

5 Mikrowellenhintergrund — 61

- 5.1 Worum es geht — 62
- 5.1.1 Expansion des Universums — 62
- 5.1.2 Das Plasma in der Frühphase des Universums — 67
- 5.1.3 Die kosmische Rotverschiebung — 71
- 5.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 73
- 5.2.1 Das Winkelleistungsspektrum — 73
- 5.2.2 Die Inflationstheorie — 78
- 5.3 Ausblick — 79
- Literatur — 80

6 Bose-Einstein-Kondensation — 81

- 6.1 Worum es geht — 82
- 6.1.1 Ideale Gase — 82
- 6.1.2 Der Effekt der Kondensation — 83
- 6.1.3 Fangen und Kühlen von Atomen — 91
- 6.1.4 Beobachtung eines Kondensats — 95
- 6.1.5 Mathematische Beschreibung von Kondensaten — 96
- 6.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 97
- 6.2.1 Kondensate mit großem magnetischem Dipolmoment — 98
- 6.2.2 Dynamische Instabilitäten — 101
- 6.3 Ausblick — 103
- Literatur — 104

7 Quantencomputer — 105

- 7.1 Worum es geht — 106
- 7.1.1 Bit vs. Quantenbit — 106
- 7.1.2 Über Quantenregister und Quantengatter — 107
- 7.1.3 Was würde ein Quantencomputer bringen? — 112
- 7.1.4 Ein paar wichtige Algorithmen — 113
- 7.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 118
- 7.2.1 Untersuchung von Quantenbits — 118
- 7.2.2 Realisierung eines Quantencomputers — 120
- 7.2.3 Quantenfehlerkorrektur — 121
- 7.3 Ausblick — 122
- Literatur — 122

8 Quasikristalle — 123

- 8.1 Worum es geht — 124
- 8.1.1 Periodische Strukturen — 124
- 8.1.2 Beugungsmuster — 125
- 8.1.3 Quasikristalline Strukturen — 129

- 8.1.4 Die Entdeckung der Quasikristalle — 133
- 8.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 134
- 8.2.1 Entstehung und Stabilität von Quasikristallen — 134
- 8.2.2 Strukturbestimmung — 138
- 8.3 Ausblick — 139
- Literatur — 140

9 Entropie und entropische Kräfte — 143

- 9.1 Worum es geht — 144
- 9.1.1 Entropie an einem einfachen Beispiel — 144
- 9.1.2 Eine statistische Sichtweise — 149
- 9.1.3 Statistische Mechanik — 152
- 9.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 154
- 9.2.1 Ein Ausflug in die Polymerphysik — 154
- 9.2.2 Die Asakura-Oosawa-Wechselwirkung — 158
- 9.3 Ausblick — 161
- Literatur — 162

10 Kernfusion — 163

- 10.1 Worum es geht — 164
- 10.1.1 Atomkraftwerke und die grundlegenden Kräfte der Physik — 164
- 10.1.2 Die Grundlagen der Kernfusion — 170
- 10.1.3 Bereitstellung freier Teilchen – Das Plasma — 173
- 10.1.4 Wie man ein Plasma zusammenhält — 177
- 10.1.5 Tokamak und Stellarator — 177
- 10.1.6 Die Einschusszeit und der Plasmarand — 179
- 10.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 180
- 10.2.1 Probleme und Fragestellungen — 181
- 10.2.2 Brennstoff Tritium — 181
- 10.2.3 Welches Konzept soll es sein? — 183
- 10.2.4 Fusionsstrom – Eine Kostenfalle? — 184
- 10.2.5 ITER – Der richtige Weg? — 185
- 10.3 Ausblick — 187
- Literatur — 188

11 Giant Magnetoresistance — 189

- 11.1 Worum es geht — 190
- 11.1.1 Entdeckung des GMR — 190
- 11.1.2 Ferromagnetismus und Antiferromagnetismus — 191
- 11.1.3 Ursprung des GMR — 199
- 11.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 200
- 11.2.1 Hard Disk Drives — 200

- 11.2.2 Biosensorik — **202**
- 11.2.3 MRAM und Spintronic — **203**
- 11.3 Ausblick — **206**
- Literatur — **206**

12 Graphen — 207

- 12.1 Worum es geht — **208**
- 12.1.1 Kohlenstoff und seine Verbindungen — **208**
- 12.1.2 Eigenschaften von Graphen — **212**
- 12.1.3 Geschichte und Herstellung — **217**
- 12.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — **218**
- 12.2.1 Ein Großforschungsprojekt – GRAPHENE — **218**
- 12.2.2 Hydrodynamisches Verhalten von Elektronen — **219**
- 12.2.3 Optische Ladungsträger in Graphen — **222**
- 12.2.4 Modellierungsmöglichkeiten — **224**
- 12.3 Ausblick — **224**
- Literatur — **225**

13 Supraleitung — 227

- 13.1 Worum es geht — **228**
- 13.1.1 Die Entdeckung der Supraleitung — **228**
- 13.1.2 Der Meissner-Ochsenfeld-Effekt — **228**
- 13.1.3 Die Londonsche Eindringtiefe — **229**
- 13.1.4 Die Flussquantisierung — **230**
- 13.1.5 Die BCS-Theorie — **231**
- 13.1.6 Zwei Arten von Supraleitern — **234**
- 13.1.7 Optisches Pumpen — **236**
- 13.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — **238**
- 13.2.1 Supraleitung bei Raumtemperatur — **238**
- 13.2.2 Supraleiter unter Hochdruck — **240**
- 13.2.3 Aktuelle Einsatzgebiete — **243**
- 13.3 Ausblick — **245**
- Literatur — **246**

14 Semiklassik an einem Beispiel — 247

- 14.1 Worum es geht — **248**
- 14.1.1 Atommodelle im Wandel der Zeit — **248**
- 14.1.2 Gutzwillers Spurformel und das Quantenchaos — **254**
- 14.2 Betrachtung des Modellsystems — **255**
- 14.2.1 Mit Hyperbeln Billard spielen — **255**
- 14.2.2 Das diamagnetische Keplerproblem — **256**
- 14.2.3 Über die Bahnen des Systems — **260**

- 14.3 Einblicke in Forschung und Anwendung — 262
- 14.3.1 Bahnbüschelbildung — 262
- 14.3.2 Quantenchaos — 264
- 14.4 Ausblick — 265
- Literatur — 265

- 15 Chaostheorie – Ein Einblick — 267**
- 15.1 Worum es geht — 268
- 15.1.1 Ein Weg ins Chaos – Einleitung — 268
- 15.1.2 Was chaotisches Verhalten auszeichnet — 268
- 15.1.3 (Zahlen-)Folgen — 269
- 15.1.4 Komplexe Zahlen — 272
- 15.1.5 Die logistische Gleichung — 274
- 15.1.6 Julia-Mengen und Apfelmännchen — 276
- 15.1.7 Experimente, die im Chaos enden — 280
- 15.2 Einblicke in Forschung und Anwendung — 282
- 15.2.1 Untersuchungen zum Chaos auf Quantenebene — 282
- 15.2.2 Meteorologie und Chaos — 283
- 15.2.3 Graphen und Chaos — 285
- 15.2.4 Ein weites Betätigungsfeld — 285
- 15.3 Ausblick — 286
- Literatur — 286

- Personenverzeichnis — 287**

- Stichwortverzeichnis — 291**