
Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | Eigenschaften des Lichts | 1 |
| 1.1 | Wie Licht entsteht | 3 |
| 1.1.1 | Spontane Emission | 4 |
| 1.1.2 | Photonenenergie | 4 |
| 1.1.3 | Natürliche Linienbreite | 5 |
| 1.1.4 | Der Welle-Teilchen-Dualismus | 6 |
| 1.2 | Licht als elektromagnetische Welle | 6 |
| 1.2.1 | Die Maxwell'schen Gleichungen | 8 |
| 1.2.2 | Charakteristische Größen einer Lichtwelle | 9 |
| 1.2.3 | Polarisation von Licht | 11 |
| 1.2.4 | Kohärenz | 13 |
| 1.2.5 | Das Huygens'sche Prinzip | 13 |
| 1.3 | Das Lichtspektrum | 14 |
| 1.3.1 | Wellenlängenbereiche und Lichtfarben | 14 |
| 1.3.2 | Lichtquellen | 16 |
| 1.4 | Licht-Materie-Wechselwirkungen | 16 |
| 1.4.1 | Absorption von Licht | 17 |
| 1.4.2 | Lineare und nichtlineare Wechselwirkungen | 18 |
| 1.5 | Eigenschaften des Lichts mathematisch | 20 |
| 1.6 | Übungsaufgaben zu Eigenschaften des Lichts | 23 |
| 2 | Grundbegriffe der Optik | 27 |
| 2.1 | Brechungsindex und Brechung | 28 |
| 2.1.1 | Der Brechungsindex | 28 |
| 2.1.2 | Die optische Weglänge | 29 |
| 2.1.3 | Brechung und Snellius'sches Brechungsgesetz | 30 |
| 2.1.4 | Nichtlinearer Brechungsindex und Suszeptibilität | 32 |
| 2.1.5 | Doppelbrechung | 33 |
| 2.2 | Dispersion | 35 |
| 2.2.1 | Zur Entstehung der Dispersion | 35 |
| 2.2.2 | Die Sellmeier-Gleichung | 36 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.3 | Absorption und Transmission | 37 |
| 2.3.1 | Der komplexe Brechungsindex | 37 |
| 2.3.2 | Der Transmissionsgrad | 39 |
| 2.4 | Reflexion | 41 |
| 2.4.1 | Die Fresnel'schen Formeln | 42 |
| 2.4.2 | Der Brewster-Winkel | 44 |
| 2.4.3 | Der Grenzwinkel der Totalreflexion | 44 |
| 2.5 | Interferenz | 46 |
| 2.5.1 | Konstruktive und destruktive Interferenz | 46 |
| 2.5.2 | Interferenzbedingungen | 47 |
| 2.5.3 | Farben dünner Blättchen | 48 |
| 2.6 | Beugung | 50 |
| 2.6.1 | Beugung am Spalt | 50 |
| 2.6.2 | Beugung an Hindernissen | 52 |
| 2.7 | Streuung | 53 |
| 2.8 | Grundbegriffe der Optik mathematisch | 55 |
| 2.9 | Übungsaufgaben zu Grundbegriffen der Optik | 57 |
| 3 | Optische Materialien | 63 |
| 3.1 | Optische Gläser | 65 |
| 3.1.1 | Bestandteile optischer Gläser | 65 |
| 3.1.2 | Der Aggregatzustand von Glas | 66 |
| 3.1.3 | Herstellung optischer Gläser | 67 |
| 3.1.4 | Charakterisierung optischer Gläser | 67 |
| 3.2 | Optische Sondermaterialien | 72 |
| 3.2.1 | Kristalle | 72 |
| 3.2.2 | Glaskeramik | 73 |
| 3.2.3 | Gradientenindexmaterialien | 74 |
| 3.2.4 | Kunststoffe | 75 |
| 3.2.5 | Optische Flüssigkeiten | 76 |
| 3.3 | Optische Materialien mathematisch | 76 |
| 3.4 | Übungsaufgaben zu optischen Materialien | 77 |
| 4 | Optische Komponenten | 81 |
| 4.1 | Planplatten | 83 |
| 4.2 | Prismen | 84 |
| 4.2.1 | Umlenkprismen und Umkehrprismen | 87 |
| 4.2.2 | Dispersionsprismen | 88 |
| 4.3 | Spiegel | 89 |
| 4.4 | Linsen | 91 |
| 4.5 | Optische Schichten | 97 |
| 4.5.1 | Reflexionsschichten | 97 |
| 4.5.2 | Antireflexschichten | 99 |
| 4.5.3 | Filterschichten | 99 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.6 | Beugungsgitter | 101 |
| 4.7 | Polarisatoren und Verzögerungsplatten | 102 |
| 4.7.1 | Polarisatoren und Polarisationsfilter | 102 |
| 4.7.2 | Verzögerungsplatten | 106 |
| 4.8 | Strahlteiler | 107 |
| 4.9 | Optische Fasern | 108 |
| 4.9.1 | Stufenindexfasern | 108 |
| 4.9.2 | Gradientenindexfasern | 111 |
| 4.10 | Optische Komponenten mathematisch | 112 |
| 4.11 | Übungsaufgaben zu optischen Komponenten | 115 |
| 5 | Optische Abbildung und Abbildungsfehler | 121 |
| 5.1 | Abbildungsmodelle | 123 |
| 5.1.1 | Das paraxiale Abbildungsmodell | 124 |
| 5.1.2 | Das geometrisch-optische Abbildungsmodell | 124 |
| 5.1.3 | Das wellenoptische Abbildungsmodell | 125 |
| 5.1.4 | Die Auflösungsgrenze | 125 |
| 5.2 | Optische Abbildungen | 126 |
| 5.2.1 | Paraxiale Größen | 126 |
| 5.2.2 | Reelle und virtuelle Abbildungen | 129 |
| 5.3 | Die Abbildungsgleichungen | 130 |
| 5.3.1 | Abbildung durch eine Einzellinse | 130 |
| 5.3.2 | Abbildung durch zwei Einzellinsen | 131 |
| 5.4 | Abbildungsfehler | 132 |
| 5.4.1 | Die Seidel'schen Summen | 132 |
| 5.4.2 | Sphärische Aberration | 135 |
| 5.4.3 | Chromatische Aberration | 137 |
| 5.4.4 | Asymmetriefehler | 140 |
| 5.4.5 | Astigmatismus | 141 |
| 5.4.6 | Petzval'sche Bildfeldwölbung | 142 |
| 5.4.7 | Die Verzeichnung | 143 |
| 5.4.8 | Geisterbilder | 144 |
| 5.4.9 | Wellenaberration | 145 |
| 5.4.10 | Kontrastübertragung | 145 |
| 5.4.11 | Darstellung von Abbildungsfehlern | 146 |
| 5.5 | Optische Abbildung und Abbildungsfehler mathematisch | 147 |
| 5.6 | Übungsaufgaben zu optischer Abbildung und Abbildungsfehlern | 150 |
| 6 | Optische Systeme und Geräte | 157 |
| 6.1 | Das Auge | 159 |
| 6.1.1 | Aufbau des Auges | 159 |
| 6.1.2 | Sehfehler | 160 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.2 | Lupe | 161 |
| 6.3 | Objektive und Okulare | 162 |
| 6.4 | Endoskope | 162 |
| 6.5 | Teleskope | 162 |
| 6.5.1 | Linsenteleskope | 162 |
| 6.5.2 | Spiegelteleskope | 164 |
| 6.6 | Mikroskope | 164 |
| 6.7 | Interferometer | 166 |
| 6.7.1 | Das Michelson-Interferometer | 166 |
| 6.7.2 | Das Mach-Zehnder-Interferometer | 168 |
| 6.7.3 | Das Fizeau-Interferometer | 169 |
| 6.7.4 | Das Fabry-Pérot-Interferometer | 170 |
| 6.7.5 | Das Probeglasverfahren | 171 |
| 6.8 | Optische Profilometer | 173 |
| 6.8.1 | Autofokussensoren | 173 |
| 6.8.2 | Weißlichtsensoren | 173 |
| 6.8.3 | Konfokalsensoren | 174 |
| 6.9 | Spektrometer | 174 |
| 6.9.1 | Gitterspektrometer | 174 |
| 6.9.2 | Prismenspektrometer | 176 |
| 6.10 | Optische Schalter und Isolatoren | 177 |
| 6.10.1 | Akustooptische Modulatoren | 177 |
| 6.10.2 | Faraday-Rotatoren und Isolatoren | 177 |
| 6.10.3 | Pockels-Zellen | 178 |
| 6.10.4 | Passive optische Schalter | 178 |
| 6.11 | Optische Systeme und Geräte mathematisch | 179 |
| 6.12 | Übungsaufgaben zu optischen Systemen und Geräten | 181 |
| 7 | Laserquellen und Laserlicht | 185 |
| 7.1 | Das Laserprinzip | 187 |
| 7.1.1 | Die Besetzungsinversion | 188 |
| 7.1.2 | Stimulierte Emission | 189 |
| 7.2 | Aufbau eines Lasers | 190 |
| 7.2.1 | Bestandteile eines Lasers | 191 |
| 7.2.2 | Betriebsarten eines Lasers | 194 |
| 7.3 | Lasertypen | 195 |
| 7.3.1 | Gas-, Festkörper- und Farbstofflaser | 195 |
| 7.3.2 | Laserschutzklassen | 196 |
| 7.4 | Eigenschaften von Laserlicht | 197 |
| 7.4.1 | Lasermoden | 197 |
| 7.4.2 | Divergenz von Laserlicht | 199 |
| 7.4.3 | Ausbreitung von Laserstrahlen | 199 |

| | | |
|-------|--|------------|
| 7.5 | Lasieranwendungen | 204 |
| 7.5.1 | Laserbasierte Fertigung | 204 |
| 7.5.2 | Laserbasierte Messtechnik | 204 |
| 7.5.3 | Datenspeicherung und -übertragung | 205 |
| 7.6 | Lasersquellen und Laserlicht mathematisch | 206 |
| 7.7 | Übungsaufgaben zu Lasersquellen und Laserlicht | 208 |
| | Anhang | 213 |
| | Literatur | 267 |
| | Stichwortregister | 269 |