

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Definition der optischen Konstanten</b>	<b>5</b>
2.1 Brechungsindex $n$ . . . . .	5
2.2 Absorptionskonstante $k$ . . . . .	5
2.3 Extinktionskonstante $K$ , mittlere Reichweite des Lichtes $W$ und Tiefe der Skinschicht $\delta$ . . . . .	9
2.4 Reflexionsvermögen $r$ und Absorptionsvermögen $a$ . . . . .	11
<b>3 Kontinuumstheorie der optischen Konstanten</b>	<b>13</b>
3.1 Allgemeine Bemerkungen . . . . .	13
3.2 Hagen-Rubens-Beziehung . . . . .	13
3.3 Absorption . . . . .	14
<b>4 Atomistische Behandlung der optischen Konstanten</b>	<b>16</b>
4.1 Überblick . . . . .	16
4.2 Freie Elektronen ohne Dämpfung . . . . .	19
4.3 Freie Elektronen mit Dämpfung (Klassische Elektronentheorie der Metalle) . . . . .	22
4.3.1 Berechnung der Drudeschen Formeln . . . . .	22
4.3.2 Effektive Gleichstromleitfähigkeit und effektive Masse . . . . .	26
4.3.3 Relaxationszeit . . . . .	27
4.4 Diskussion der Drudeschen Formeln für verschiedene Frequenzgebiete . . . . .	29
4.4.1 Kleine Frequenzen . . . . .	29
4.4.2 Hohe Frequenzen . . . . .	29
4.4.3 Absorption im UV, sichtbaren und nahen ultraroten Frequenzgebiet . . . . .	30
4.4.4 Polarisation . . . . .	30
4.4.5 Argand-Diagramm . . . . .	32
4.5 Berechnung des Reflexionsvermögens der Metalle aus den Drudeschen Formeln . . . . .	32
4.6 Gebundene Elektronen . . . . .	35
4.6.1 Absorptionsbanden . . . . .	35
4.6.2 Klassischer Oszillator . . . . .	35
4.6.3 Dispersion und Absorption . . . . .	37
4.6.4 Kleine Strahlungsdämpfung . . . . .	40
4.6.5 Mehrere Oszillatoren, Oszillatorenstärke $f$ . . . . .	41
4.7 Beiträge von freien Elektronen und harmonischen Oszillatoren zu den optischen Konstanten . . . . .	41
<b>5 Quantenmechanische Behandlung der optischen Konstanten</b>	<b>43</b>
5.1 Welleneigenschaft des Elektrons . . . . .	43
5.2 Schrödinger-Gleichung . . . . .	44

5.3	Besondere Eigenschaften der Schwingungsprobleme . . . . .	45
5.4	Lösung der Schrödinger-Gleichung für drei spezielle Probleme . . . . .	46
5.4.1	Freie Elektronen . . . . .	46
5.4.2	Elektron im Potentialtopf . . . . .	48
5.4.3	Elektronen im periodischen Gitterfeld . . . . .	51
5.5	Energiebänder in Kristallen . . . . .	58
5.5.1	Eindimensionale Zonenbilder . . . . .	58
5.5.2	Brillouin-Zonen . . . . .	61
5.5.3	Kurven und Flächen gleicher Energie . . . . .	64
5.5.4	Fermi-Energie und Fermi-Fläche . . . . .	65
5.5.5	Fermi-Verteilungsfunktion . . . . .	65
5.5.6	Zustandsdichte und Besetzungsdichte . . . . .	66
5.5.7	Vollständige Dichtefunktion in einem Band . . . . .	69
5.6	Folgerungen aus dem Bandmodell . . . . .	70
5.7	Absorption des Lichts durch Bandübergänge . . . . .	72
5.8	Dispersion . . . . .	75
5.9	Effektive Masse . . . . .	80
<b>6</b>	<b>Anomaler Skineffekt</b> . . . . .	<b>82</b>
6.1	Allgemeine Bemerkungen . . . . .	82
6.2	Bedingungen für das Auftreten des anomalen Skineffekts . . . . .	83
6.3	Berechnung der optischen Konstanten . . . . .	85
6.3.1	Gleichungen für diffuse Reflexion ( $p = 0$ ) . . . . .	85
6.3.2	Dämpfungsfrequenz und Gleichstromleitfähigkeit . . . . .	86
6.3.3	Tiefe Temperaturen . . . . .	87
6.3.4	Zahl der freien Elektronen . . . . .	87
6.3.5	Gleichung für metallische Reflexion ( $p = 1$ ) . . . . .	88
6.3.6	Reflexionsvermögen . . . . .	88
6.4	Ergebnisse . . . . .	89
<b>7</b>	<b>Experimentelle Bestimmung der optischen Konstanten von Metallen</b> . . . . .	<b>92</b>
7.1	Elliptische Polarisation . . . . .	92
7.2	Reflexion von linear polarisiertem Licht an Metalloberflächen . . . . .	94
7.3	Fresnelsche Formeln . . . . .	96
7.4	Brewstersches Gesetz . . . . .	98
7.5	Formeln zur Berechnung der optischen Konstanten von Metallen aus Reflexionsmessungen . . . . .	99
7.6	Bauelemente für optische Apparaturen . . . . .	103
7.6.1	Polarisatoren für sichtbares Licht . . . . .	104
7.6.2	Ultrarot-Polarisatoren . . . . .	105
7.6.3	Kompensatoren . . . . .	106
7.6.4	Spektraler Durchlässigkeitsbereich einiger optischer Gläser und Kristalle . . . . .	109
7.6.5	Lichtquellen . . . . .	110
7.7	Verschiedene Meßmethoden . . . . .	111
7.7.1	Messung des Haupteinfallswinkels und Hauptazimuts . . . . .	111
7.7.2	Messung des Azimuts $\psi_r$ und der Phasendifferenz $\delta$ mit einem Kompensator . . . . .	112
7.7.3	Bestimmung der Phasendifferenz $\delta$ durch Ausmessung der Schwingungsellipse . . . . .	115
7.7.4	Interferenzmethode . . . . .	116

7.7.5	Bestimmung des Phasensprungs $\delta'$ mittels einer Kramers-Kronig-Analyse . . . . .	120
7.7.6	Messung von zwei verschiedenen Reflexionsvermögen bei senkrechtem Lichteinfall . . . . .	124
7.7.7	Messung von zwei Phasendifferenzen bei verschiedenen Einfallswinkeln . . . . .	129
7.7.8	Messung des Reflexionsvermögens bei verschiedenen Einfallswinkeln . . . . .	130
7.7.9	Bestimmung der Phasendifferenz $\delta$ durch Intensitätsmessungen . . . . .	132
7.8	Allgemeine Bemerkungen über die Messung der optischen Konstanten . . . . .	135
7.8.1	Messungen im ultraroten Spektralbereich . . . . .	136
7.8.2	Die Behandlung der Metalloberfläche . . . . .	137
7.8.3	Aufgedampfte Metallfilme . . . . .	139
7.8.4	Zur Frage der Abhängigkeit der optischen Konstanten vom Einfallswinkel des Lichts . . . . .	140
<b>8</b>	<b>Spezielle Probleme</b> . . . . .	<b>147</b>
8.1	Energiebänder in Kristallen . . . . .	147
8.1.1	Wigner-Seitz-Zelle . . . . .	148
8.1.2	Translationsvektor . . . . .	149
8.1.3	Das reziproke Gitter . . . . .	150
8.1.4	Dreidimensionale Brillouin-Zonen . . . . .	153
8.1.5	Energiebänder der freien Elektronen . . . . .	153
8.1.6	Bandstruktur von Kupfer . . . . .	156
8.2	Analyse der Reflexionsspektren . . . . .	158
8.2.1	Absorptions-Banden . . . . .	158
8.2.2	Plasmaoszillationen . . . . .	165
8.2.3	Verteilung der Interbandübergänge über einen Frequenzbereich . . . . .	168
8.3	Zahl der freien Leitungselektronen . . . . .	171
8.4	Die Farbe von Metallen und Legierungen . . . . .	175
8.5	Legierungen . . . . .	181
8.6	Temperaturabhängigkeit der optischen Konstanten . . . . .	189
8.7	Metallkundliche Probleme . . . . .	194
8.7.1	Einfluß von Gitterdefekten . . . . .	194
8.7.2	Ordnungsvorgänge . . . . .	196
8.7.3	Umwandlungen . . . . .	196
8.7.4	Korrosion . . . . .	197
8.7.5	Sichtbarmachung von Gefügen . . . . .	197
8.8	Modulationsspektroskopie . . . . .	198
<b>Anhang</b>		<b>206</b>
A 1	Periodische Vorgänge . . . . .	206
A 1.1	Ungedämpfte Schwingung . . . . .	206
A 1.2	Gedämpfte Schwingung . . . . .	207
A 1.3	Erzwungene Schwingung (gedämpft) . . . . .	207
A 1.4	Welle . . . . .	208
A 1.5	Gedämpfte Welle . . . . .	208
A 2	Mathematische Formeln . . . . .	209
A 2.1	Eulersche Gleichungen . . . . .	209
A 2.2	Vektoroperatoren . . . . .	209
A 2.3	Rechenregeln für komplexe Zahlen . . . . .	210
A 2.4	Produkte zweier Vektoren . . . . .	211

## VIII

## Inhaltsverzeichnis

A 3 Tabellen . . . . .	212
A 1 Vergleich von Wellenlängen, Frequenzen und Energien. . . . .	212
A 2 Physikalische Konstanten . . . . .	213
A 3 Optische Konstanten einiger Metalle . . . . .	213
A 4 Elektronenanordnung der Elemente . . . . .	214
A 4 Allgemeine Literatur . . . . .	216
<b>Sachverzeichnis</b>	<b>217</b>
<b>Subject Index</b>	<b>220</b>