

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>V</b>
<b>1 Kristallstruktur</b>	<b>1</b>
A1.1 Bravais-Gitter .....	1
A1.2 Kupfer-Sauerstoff-Ebenen.....	2
A1.3 Das Diamantgitter .....	4
A1.4 Tetraederwinkel .....	5
A1.5 Die Millerschen Indizes .....	6
A1.6 Die hcp-Struktur .....	7
A1.7 Zweidimensionales Gitter .....	8
A1.8 Die sc-, bcc-, fcc- und hcp-Struktur .....	10
A1.9 Ebenen und Richtungen in Kristallen.....	14
<b>2 Strukturanalyse mit Beugungsmethoden</b>	<b>17</b>
A2.1 Volumen der Brillouin-Zone.....	17
A2.2 Reziprokes Gitter eines hexagonalen Raumgitters .....	18
A2.3 Ebenen und Vektoren im Raumgitter bzw. reziproken Gitter .....	21
A2.4 Strukturanalyse von Kupfer .....	22
A2.5 Laue- und Debye-Scherrer-Verfahren.....	23
A2.6 Pulverdiffraktometrie .....	26
A2.7 Begrenzungsfilter für Neutronen.....	27
A2.8 Strukturfaktor von Diamant .....	28
A2.9 Strukturfaktor von CsCl und CsI .....	33
A2.10 Ein Debye-Scherrer Experiment .....	34
A2.11 Beugungseffekte an einem eindimensionalen Gitter .....	38

A2.12	Atomformfaktor von atomarem Wasserstoff .....	41
A2.13	Formfaktor von Fullerenen .....	43
<b>3</b>	<b>Bindungskräfte in Festkörpern</b>	<b>47</b>
A3.1	Bindungstypen .....	47
A3.2	Zweiatomige Moleküle .....	48
A3.3	Bindungsenergien eines Neonkristalls mit bcc-, hcp- und fcc-Struktur .....	51
A3.4	Ionenkristall aus identischen Atomen .....	53
A3.5	Eindimensionaler Ionenkristall .....	54
A3.6	$sp^2$ -Hybridisierung .....	57
<b>4</b>	<b>Elastische Eigenschaften von Festkörpern</b>	<b>61</b>
A4.1	Elastische Eigenschaften von Festkörpern .....	61
A4.2	Elastizitätstensor und Poisson-Zahl .....	63
A4.3	Schwingungen in einem Aluminium-Zylinder .....	68
A4.4	Elastische Wellen in [111]-Richtung eines kubischen Kristalls .....	73
<b>5</b>	<b>Dynamik des Kristallgitters</b>	<b>79</b>
A5.1	Lineare Kette aus gleichen Atomen .....	79
A5.2	Wellengleichung im Kontinuum .....	81
A5.3	Lineare Kette aus zweiatomigen Molekülen .....	85
A5.4	Lineare Kette mit übernächster Nachbarwechselwirkung .....	87
A5.5	Ultraschallexperiment .....	90
A5.6	Massendefekt in linearer Atomkette .....	92
A5.7	Zustandsdichte der Phononen einer eindimensionalen Kette .....	95
A5.8	Singularität in der Zustandsdichte .....	98
A5.9	Kohn-Anomalie .....	100
<b>6</b>	<b>Thermische Eigenschaften des Kristallgitters</b>	<b>105</b>
A6.1	Mittlere thermische Ausdehnung einer Kristallzelle .....	105
A6.2	Spezifische Wärmekapazität .....	106
A6.3	Nullpunkts-Gitterauslenkung und Dehnung .....	110

A6.4	Spezifische Wärme eines eindimensionalen Gitters und eines Stapels aus zweidimensionalen Schichten .....	112
A6.5	Erzeugung akustischer Phononen mit einem Ultraschallgeber .....	114
<b>7</b>	<b>Das freie Elektronengas</b>	<b>117</b>
A7.1	Fermi-Gase in $d$ Dimensionen .....	117
A7.2	Fermi-Gas mit linearer Dispersion .....	121
A7.3	Chemisches Potenzial in zwei Dimensionen .....	122
A7.4	Fermi-Gase in der Astrophysik .....	123
A7.5	Flüssiges $^3\text{He}$ als Fermi-Gas .....	127
A7.6	Mittlere Energie, Druck und Kompressibilität eines zweidimensionalen Fermi-Gases .....	129
A7.7	Frequenzabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit eines Metalls .....	131
A7.8	Leitfähigkeitstensor .....	137
A7.9	Elektronische spezifische Wärmekapazität von Kupfer .....	139
A7.10	Ladungstransport bei Vorhandensein von zwei Ladungsträgersorten .....	141
A7.11	Sommerfeld-Entwicklung .....	145
A7.12	Temperaturabhängigkeit des chemischen Potenzials .....	148
<b>8</b>	<b>Energiebänder</b>	<b>151</b>
A8.1	Fermi-Flächen und Brillouin-Zonen .....	151
A8.2	Ebenes quadratisches Gitter .....	152
A8.3	Reduziertes Zonenschema .....	155
A8.4	Zweidimensionales System stark gebundener Elektronen .....	158
A8.5	Dreidimensionales System stark gebundener Elektronen .....	161
A8.6	Bandüberlappung .....	164
<b>9</b>	<b>Dynamik von Kristallelektronen</b>	<b>165</b>
A9.1	Maxwell-Gleichungen .....	165
A9.2	Elektromagnetische Skin-Tiefe im Drude-Modell .....	166
A9.3	Elektrische und thermische Leitfähigkeit .....	168
A9.4	Linearisierte Boltzmann-Transportgleichung .....	169
A9.5	Teilchen-, Ladungs-, Energie-, Entropie- und Wärmestrom .....	170

A9.6	Freies Elektronengas im Magnetfeld .....	174
A9.7	De Haas-van Alphen-Effekt .....	178
A9.8	Extremalbahnen im reziproken Raum .....	182
<b>10</b>	<b>Halbleiter</b>	<b>185</b>
A10.1	Hall-Effekt und elektrische Leitfähigkeit von Halbleitern .....	185
A10.2	Ladungsträgerdichte von Halbleitern .....	190
A10.3	<i>p-n</i> Übergang .....	192
A10.4	Solarzelle .....	196
A10.5	Elektrischer Transport und Wärmetransport in Metallen und Halbleitern ..	198
A10.6	Quantentrog in AlAs-GaAs-Heterostruktur .....	199
A10.7	Quantum Confinement und Halbleiter-Laser.....	206
A10.8	MOSFET .....	208
<b>11</b>	<b>Dielektrische Eigenschaften</b>	<b>213</b>
A11.1	Polarisierbarkeit von atomarem Wasserstoff .....	213
A11.2	Makroskopisches elektrisches Feld.....	215
A11.3	Polarisation einer Kugel .....	217
A11.4	Plasmafrequenz, elektrische Leitfähigkeit und Reflexionsvermögen von Metallen .....	218
A11.5	Plasmafrequenz von Indium-dotiertem Zinkoxid (ITO) .....	221
A11.6	Plasmonen-Schwingung einer metallischen Kugel.....	223
A11.7	Ausbreitung von polarisiertem Licht in ionisiertem Medium – Magnetooptik .....	224
A11.8	Lineare ferroelektrische Anordnung .....	236
<b>12</b>	<b>Magnetismus</b>	<b>239</b>
A12.1	Festkörper im inhomogenen Magnetfeld .....	239
A12.2	Hundsche Regeln.....	241
A12.3	Klassische Dipol-Dipol-Wechselwirkung .....	244
A12.4	Brillouin-Funktion .....	246
A12.5	Quantenmechanisches Zweiniveausystem .....	253
A12.6	Paulische Spin-Suszeptibilität .....	254

A12.7	Curie-Weiss-Gesetz .....	258
A12.8	Ferromagnetismus der Leitungselektronen .....	261
A12.9	Spezifische Wärme von Magnonen .....	263
A12.10	Sättigungsmagnetisierung von Ferrimagneten .....	268
<b>13</b>	<b>Supraleitung</b>	<b>271</b>
A13.1	Dauerstromexperiment .....	271
A13.2	Magnetisierung eines Supraleiters .....	273
A13.3	Meißner-Ochsenfeld-Effekt und London-Gleichungen .....	281
A13.4	Das Eindringen eines Magnetfeldes in eine dünne Platte .....	285
A13.5	Spezifische Wärmekapazität von Supraleitern .....	287
A13.6	Cooper-Paare .....	290
A13.7	Spin-Suszeptibilität in BCS-Supraleitern .....	293
A13.8	Stromdichte in BCS-Supraleitern .....	295
A13.9	Zweiflüssigkeitsbeschreibung der Supraleitung .....	298
A13.10	Energieabsenkung im Grundzustand eines Supraleiters .....	299
<b>A</b>	<b>SI-Einheiten</b>	<b>303</b>
A.1	Die SI Basiseinheiten .....	303
A.1.1	Einige von den SI Einheiten abgeleitete Einheiten .....	304
A.2	Vorsätze .....	304
A.3	Abgeleitete Einheiten und Umrechnungsfaktoren .....	305
A.3.1	Länge, Fläche, Volumen .....	305
A.3.2	Masse .....	305
A.3.3	Zeit, Frequenz .....	306
A.3.4	Temperatur .....	306
A.3.5	Winkel .....	306
A.3.6	Kraft, Druck, Viskosität .....	306
A.3.7	Energie, Leistung, Wärmemenge .....	307
A.3.8	Elektromagnetische Einheiten .....	307
<b>B</b>	<b>Physikalische Konstanten</b>	<b>309</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>313</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>319</b>
	<b>Index</b>	<b>321</b>