

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 Grundlagen der Statistischen Physik</b>	<b>5</b>
1.1 Zustände in der Quantenmechanik .....	5
1.1.1 Zustände, Observable, Erwartungswerte .....	5
1.1.2 Beispiele für gemischte Zustände .....	7
1.1.3 Die Zeitentwicklung .....	9
1.2 Statistische Beschreibung eines Systems .....	10
1.3 Nichtwechselwirkende Teilchen in einem Kasten .....	13
1.4 Energieänderung eines makroskopischen Systems .....	15
1.5 Entropie und Temperatur .....	18
1.5.1 Gleichgewicht und Randbedingungen .....	18
1.5.2 Makroskopische Systeme im thermischen Kontakt .....	19
1.5.3 Quasistatische Änderungen der Energie .....	21
1.5.4 Ideales Gas .....	22
1.6 Systeme im Kontakt mit der Umgebung .....	23
1.6.1 Wärmeaustausch .....	23
1.6.2 Wärme- und Teilchenaustausch .....	24
1.7 Übungsaufgaben .....	25
<b>2 Thermodynamik</b>	<b>27</b>
2.1 Die Hauptsätze der Thermodynamik .....	27
2.2 Thermodynamische Potentiale .....	29
2.2.1 Definition von extensiven und intensiven Größen .....	29
2.2.2 Legendre-Transformationen und thermodynamische Potentiale .....	29
2.2.3 Die kalorische Zustandsgleichung .....	31
2.2.4 Materialgrößen .....	33
2.2.5 Die Adiabatangleichung .....	38
2.3 Wärmemaschinen und Wärmereservoir .....	39
2.4 Gleichgewichtsbedingungen .....	41
2.4.1 Gleichgewicht bei Austauschprozessen .....	41
2.4.2 Stabilitätsbedingungen .....	42
2.4.3 Chemische Reaktionen und Reaktionsgleichgewicht .....	43

2.5	Gleichgewicht zweier Phasen einer Substanz.....	44
2.6	Übungsaufgaben.....	47
<b>3</b>	<b>Thermodynamik idealer und realer Gase</b>	<b>49</b>
3.1	Das van der Waals-Gas.....	49
3.2	Ideale Gase und die Adiabatangleichung.....	51
3.3	Freie Expansion eines Gases.....	52
3.4	Der Joule-Thomson-Effekt.....	52
3.5	Die Schallgeschwindigkeit.....	54
3.6	Ideale Gase und das Daltonsche Gesetz.....	57
3.7	Reaktionsgleichgewichte idealer Gase.....	58
3.8	Verdampfung und Verdunstung.....	61
3.9	Übungsaufgaben.....	65
<b>4</b>	<b>Methoden der Statistischen Physik</b>	<b>67</b>
4.1	Zustandssummen und thermodynamische Potentiale.....	67
4.2	Zusammenfassung: Statistik → Thermodynamik.....	71
4.3	Alternative Herleitung der Ensembles.....	73
4.4	Die klassische Näherung.....	75
4.4.1	Vorbetrachtungen.....	75
4.4.2	Zustandssummen in klassischer Näherung.....	76
4.4.3	Die klassische Näherung am Beispiel des idealen einatomigen Gases....	78
4.5	Übungsaufgaben.....	80
<b>5</b>	<b>Systeme von Teilchen ohne Wechselwirkung</b>	<b>81</b>
5.1	Die Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung.....	81
5.2	Die barometrische Höhenformel.....	82
5.3	Der Gleichverteilungssatz.....	83
5.4	Das zweiatomige ideale Gas.....	86
5.5	Ortho- und Parawasserstoff.....	92
5.6	Wärmekapazität eines Systems mit zwei Energieniveaus.....	95
5.7	Verdünnte Lösungen.....	97
5.7.1	Die freie Enthalpie von verdünnten Lösungen.....	97
5.7.2	Der osmotische Druck.....	99
5.7.3	Die Siedepunktserhöhung.....	100
5.7.4	Die Dampfdruckerniedrigung.....	102

5.7.5	Das Henrysche Gesetz .....	102
5.8	Ionisierung einatomiger idealer Gase .....	104
5.9	Festkörper: Wärmekapazität des Gitters .....	107
5.10	Ideale Spinsysteme: Paramagnetismus.....	113
5.11	Adiabatische Entmagnetisierung .....	116
5.12	Ideale Quantengase .....	120
5.13	Das Photonengas .....	128
5.14	Ideales Bose-Gas .....	130
5.15	Ideales Fermi-Gas .....	135
5.16	Magnetische Eigenschaften des idealen Fermi-Gases .....	140
5.16.1	Magnetfelder und thermodynamische Potentiale.....	140
5.16.2	Der Pauli-Paramagnetismus .....	141
5.16.3	Der Landau-Diamagnetismus .....	142
5.16.4	Der de Haas-van Alphen-Effekt .....	146
5.17	Para- und Diamagnetismus im Festkörper.....	146
5.17.1	Nichtmetall .....	146
5.17.2	Metall.....	148
5.18	Übungsaufgaben.....	150
<b>6</b>	<b>Systeme von Teilchen mit Wechselwirkung</b>	<b>153</b>
6.1	Reales Gas: Cluster- und Virialentwicklung .....	153
6.2	Die van der Waals-Gleichung .....	155
6.3	Der Phasenübergang gasförmig – flüssig.....	158
6.4	Oberflächeneffekte bei der Dampfkondensation .....	162
6.5	Zustandsgleichung eines Plasmas mit niedriger Dichte .....	170
6.6	Der Ferromagnetismus.....	174
6.7	Übungsaufgaben.....	180
<b>7</b>	<b>Annäherung an das Gleichgewicht</b>	<b>181</b>
7.1	Mastergleichungen.....	181
7.1.1	Bilanzgleichungen .....	181
7.1.2	Magnetische Resonanz.....	185
7.2	Die Boltzmann-Gleichung.....	186
7.3	Transportphänomene in Metallen .....	192
7.4	Temperaturausgleich .....	196

7.5	Übungsaufgaben.....	197
	<b>Lösungen der Übungsaufgaben</b>	<b>199</b>
	<b>Liste der wichtigsten verwendeten Symbole und Abkürzungen</b>	<b>215</b>
	<b>Tabellen</b>	<b>219</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>223</b>
	<b>Register</b>	<b>227</b>