

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	3
1.1 Ziele der statistischen Mechanik / Thermodynamik	3
1.2 Systeme, Gleichgewicht	3
1.3 Historie	4
1.4 Das Boyle-Mariotte'sche Gesetz	5
2 Mathematische Statistik	9
2.1 Wahrscheinlichkeit	9
2.2 Mittelwert und Schwankung	10
2.3 Binomialverteilung	11
2.4 Normalverteilung	14
2.5 Poisson-Verteilung	15
2.6 Zentraler Grenzwertsatz (charakteristische Funktion; kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsdichten)	16
2.6.1 Charakteristische Funktion	18
2.6.2 Multidimensionale Wahrscheinlichkeitsverteilung	20
2.6.3 Faltung von unabhängigen Wahrscheinlichkeiten	21
2.6.4 Zentraler Grenzwertsatz	22
3 Statistische Mechanik	23
3.1 Liouville-Theorem	26
3.2 Postulat der gleichen a-priori Wahrscheinlichkeit (Mikrokanonisches Ensemble)	27
3.3 Begriff der Entropie und Temperatur Prinzip der maximalen Entropie (2. H.S.)	28
3.4 Wahrscheinlichste Verteilung	30
3.4.1 Entropie der Boltzmann-/Maxwellverteilung	36
3.4.2 Energiefluktuationen im Energieraum	38
3.5 Kanonisches Ensemble	40
3.5.1 Mikrokanonisches Ensemble	40
3.5.2 Kanonisches Ensemble	40
3.5.3 Herleitung des kanonischen Ensembles aus dem mikrokanonischen Ensemble	41
3.5.4 Anwendung: klassisches Gas	42
3.5.5 Mathematischer Einschub: exakte Differentiale	43
3.6 Ideales Gas - mikrokanonisch	45

3.7	Gleichverteilungssatz	49
3.8	Wärmekapazität	51
3.9	Gibbs-Paradoxon	53
3.10	Das Massenwirkungsgesetz - chemische Reaktionen	57
3.11	Großkanonisches Ensemble	59
3.12	Ideales Gas im großkanonischen Ensemble	64
3.13	Chemische Reaktionen im großkanonischen Ensemble	66
3.14	Highlights Kapitel 3	67
4	Klassische Thermodynamik	69
4.1	Begriffe	69
4.2	Hauptsätze	70
4.2.1	Erläuterung vom 1. Hauptsatz	71
4.2.2	Beispiel zum zweiten Hauptsatz	73
4.3	Reversible versus irreversible Expansion eines idealen Gases	73
4.4	Folgerungen aus dem 2. Hauptsatz	75
4.5	Thermodynamische Potentiale, Maxwell-Beziehungen	79
4.6	Adiabatische versus isotherme Expansion eines idealen Gases	80
4.7	Extremaleigenschaft von thermodynamischen Potentialen	81
4.8	Übertragung und Erzeugung von Entropie	85
4.9	Carnot-Maschine	86
4.10	Thermodynamische Beschreibung von Phasenübergängen	95
4.10.1	Gibbs-Duhem-Gleichung (natürliche Variablen, vollständige Beschreibung)	101
5	Statistische Mechanik von wechselwirkenden Systemen	103
5.1	Virialtheorem	103
5.2	Virialentwicklung	107
5.2.1	Mathematischer Einschub: Inversion von Potenzreihen	112
5.3	Van-der-Waals Zustandsgleichung	113
5.3.1	Joule-Thompson-Effekt (Enthalpie-Anwendung)	121
5.3.2	Legendre-Transformation - Beispiel	125
5.4	Transfer - Matrixmethoden	126
5.5	Variationsprinzipien	127
5.6	Meanfield - Näherung	129
6	Quantenstatistik	135
6.1	Quantenmechanische Effekte und Postulate	135
6.2	N - Partikel - Wellenfunktionen	136
6.2.1	Freie Partikel-Wellenfunktion	138
6.3	Klassischer Limes der Quantenstatistik	139
6.4	Bose- und Fermistatistik - allgemeiner Fall	143
6.5	Ideales Fermigas	146
6.5.1	Wärmekapazität bei tiefen Temperaturen	153

6.5.2	Druck eines idealen Fermi-Gases bei tiefen Temperaturen	154
6.5.3	Relativistische Effekte	156
6.6	Ideales Bosonengas	157
6.6.1	Schwarzkörperstrahlung	158
6.6.2	Bose-Einstein-Kondensation	165
6.6.3	Berechnung der Wärmekapazität	170
6.6.4	Experimentelle Bemerkungen zur Bose-Einstein-Kondensation .	171