

Inhaltsverzeichnis

Teil I Klassische Wärmelehre

1	Einführung	3
1.1	Grundlegende Begriffe und Definitionen	4
2	Das ideale Gas	7
2.1	Empirische Ergebnisse	8
2.2	Temperaturskalen	13
2.3	Universelle Gasgleichung	20
3	Das reale Gas	25
3.1	Die van der Waals-Gleichung	28
4	Übungsaufgaben zur klassischen Wärmelehre	41
4.1	Fragen	41
4.2	Lösungen zu den Übungsaufgaben	45

Teil II Die Hauptsätze der klassischen Thermodynamik

5	Einführung	59
5.1	Die vier Hauptsätze der Thermodynamik	59
5.2	Begriffsdefinitionen	59
6	0. Hauptsatz der Thermodynamik	63
7	1. Hauptsatz der Thermodynamik	65
7.1	Formulierung des 1. Hauptsatzes und Zustandsfunktionen	65
7.2	Innere Energie	67
7.3	Vollständiges Differential, Zustandsfunktion und maximale Arbeit	70
7.4	Adiabate Zustandsänderungen, Poisson-Gleichung	73

8	Der Carnot-Prozess und der 2. Hauptsatz der Thermodynamik	77
8.1	Der Carnot-Prozess	77
8.2	2. Hauptsatz der Thermodynamik und thermodynamische Zustandsfunktionen	83
9	Die mathematische Struktur der Thermodynamik	87
9.1	Die Legendre-Transformation	87
9.2	Totales Differential und Wegunabhängigkeit	93
9.3	Integrierender Faktor	101
9.4	Die mathematische Struktur der Thermodynamik im Überblick	104
10	Irreversible Prozesse	107
10.1	Der Joule-Thomson-Effekt	107
10.2	Noch einmal das ideale Gas	113
10.3	Die Wärmekapazität: C_p und C_V	115
10.4	Reversible und irreversible Prozesse	117
10.5	Berechnung der Entropieänderung bei irreversiblen Prozessen	119
11	Spontane Prozesse bei chemischen Reaktionen	129
11.1	Isoliertes System	131
11.2	Isentroper-isochorer Fall	132
11.3	Isentroper-isobarer Fall	132
11.4	Isothermer-isochorer Fall	133
11.5	Isotherm-isobarer Fall	133
11.6	Zusammenfassung	134
12	3. Hauptsatz der Thermodynamik	137
13	Übungsaufgaben zu den Hauptsätzen der klassischen Thermodynamik	143
13.1	Fragen	143
13.2	Lösungen zu den Übungsaufgaben	152

Teil III Anwendungen

14	Chemische Reaktionen	177
14.1	Das Haber-Bosch-Verfahren	192
14.2	Reaktionen in Lösung	196
15	Phasengleichgewichte bei Einkomponentensystemen	199
16	Kolligative Eigenschaften	213
16.1	Die Gibbs'sche Phasenregel	213
16.2	Vollständig in flüssiger Phase mischbare Systeme	214
16.3	Vollständig in flüssiger Phase mischbare Systeme aus zwei flüchtigen Komponenten	217

16.4 Dampfdruckerniedrigung	225
16.5 Gefrierpunktterniedrigung und Siedepunkterhöhung	225
16.6 Osmotischer Druck	227
16.7 Chemisches Potenzial bei idealen Mischungen	233
17 Nicht ideale Lösungen	237
17.1 Azeotrope Gemische	242
17.2 Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse bei homogenen Mischungen	245
18 Nicht vollständig mischbare Mehrkomponentensysteme und deren Phasendiagramme	247
18.1 Destillation partiell mischbarer Flüssigkeiten	251
18.2 Flüssig-fest-Phasendiagramme	254
18.3 Inkongruentes Schmelzen	258
18.4 Zonenschmelzen	259
18.5 Dreikomponenten-Phasendiagramme	261
19 Übungsaufgaben zu den Anwendungen	267
19.1 Fragen	267
19.2 Lösungen zu den Übungsaufgaben	277

Teil IV Ein wenig Statistik

20 Kinetische Gastheorie	293
20.1 Einführung	293
20.2 Kinetische Theorie des Drucks eines idealen Gases	301
20.3 Temperatur und Energie	303
20.4 Verteilungsfunktionen und Mittelwerte	305
20.5 Die Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung	307
20.6 Die Energieverteilungsfunktion	314
20.7 Mittlere freie Weglänge und Stoßzahl	315
20.8 Wärmekapazität und ideales Gas	319
21 Übungsaufgaben zur Statistischen Thermodynamik	325
21.1 Fragen	325
21.2 Lösungen zu den Übungsaufgaben	326
22 Statistisches Ensemble und Postulate der statistischen Thermodynamik	331
23 Das kanonische Ensemble	335
24 Kanonisches Ensemble und Thermodynamik	345
25 Das großkanonische Ensemble	353

26 Das mikrokanonische Ensemble	363
26.1 Wie geht es weiter?	365
Literatur	367
Abbildungsnachweis	371
Konstanten und Umrechnungsfaktoren	375
Sachverzeichnis	377