

Gerhard Adam
Otto Hittmair

Wännetheorie

4., durchgesehene Auflage

Mit 86 Bildern



Inhaltsverzeichnis

Gegenstand und grundsätzliche Betrachtungsweise	XI
1. Thermodynamik	1
1. Grundbegriffe	1
1.1. Die Temperatur	1
1.2. Weitere Begriffe	4
2. Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik	6
2.1. Wärmekapazität und spezifische Wärme	11
2.2. Rechenregeln für partielle Ableitungen	12
2.3. Experimentelle Prüfung und weitere Folgerungendes 1. Hauptsatzes	12
2.4. Gay-Lussac-Versuch	14
2.5. Joule-Thomson-Versuch	15
3. Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik	16
3.1. Die Aussagen des 2. Hauptsatzes	16
3.2. Die Carnot-Maschine	17
3.3. Die thermodynamische Temperaturskala	19
3.4. Der Carnotsche Kreisprozeß des idealen Gases und die Temperaturskala	20
3.5. Die Entropie	23
3.6. Entropieänderung bei isothermer Expansion idealer Gase	27
3.7. Entropieänderung bei der Wärmeleitung	29
3.8. Entropie des idealen Gases	29
3.9. Folgerungen aus dem 2. Hauptsatz	30
3.10. Folgerungen des 2. Hauptsatzes für das ideale Gas	33
3.11. Die Adiabate einer beliebigen Substanz	34
3.12. Schallgeschwindigkeit	35
3.13. Die Adiabate idealer Gase	36
3.14. Joule-Thomson-Versuch	36
3.15. Gemische idealer Gase	37
3.16. Mischentropie, Gibbssches Paradoxon	38
3.17. Thermodynamische Potentiale	41
3.18. Gleichgewichtsbedingungen	43
3.19. Partielle Ableitungen der thermodynamischen Potentiale	44
3.20. Thermodynamische Potentiale mit variabler Molzahl	47
3.21. Maxwell-Relationen	48
3.22. Gibbs-Duhem-Beziehung	49
3.23. Legendre-Transformation	50

4.	Der 3. Hauptsatz	55
5.	Das van der Waalsche Gas	60
5.1.	Die Zustandsgleichung des van der Waalsschen Gases	60
5.2.	Berechnung der inneren Energie für das van der Waalssche Gas	64
5.3.	Joule-Thomson-Kurve des van der Waalsschen Gases	65
6.	Anwendung der Hauptsätze auf heterogene Systeme	66
6.1.	Thermodynamische Beschreibung der Phasenübergänge	66
6.2.	Maxwellsche Regel	69
6.3.	Schmelzen	70
6.4.	Sublimieren	71
6.5.	Tripelpunkt	71
6.6.	Allotrope Umwandlung	73
6.7.	Methode der Lagrangeschen Multiplikatoren	74
6.8.	Gibbssche Phasenregel	75
6.9.	Zweistoffsysteem Salmiak-Wasser	78
6.10.	Massenwirkungsgesetz	80
6.11.	System aus verdünnten Lösungen und idealen Gasen	87
6.11.1.	Gefrierpunktserniedrigung einer verdünnten Lösung	90
6.11.2.	Osmotischer Druck	91
7.	Beispiele zur Thermodynamik	93
II.	Die kinetische Theorie	138
8.	Transporttheorie	138
8.1.	Verteilungsfunktion	138
8.2.	Zweierstöße	143
8.3.	Berechnung von R	145
8.4.	Der inverse Stoß	148
8.5.	Berechnung von R	149
8.6.	Das Boltzmannsche H-Theorem	150
8.7.	Die Maxwell-Boltzmann-Verteilung	152
8.8.	Gleichgewichtsverteilung bei äußerem Kraftfeld	159
8.8.1.	Barometrische Höhenformel	160
8.8.2.	Mittlere Energie eines Kristalls der Temperatur T	161
8.8.3.	Sedimentationsgleichgewicht	162
8.9.	Die Thermodynamik des idealen Gases	163
8.10.	Diskussion des H-Theorems	164
9.	Transporterscheinungen	165
9.1.	Die mittlere freie Weglänge	165
9.2.	Näherung des Stoßterms bei kleiner Abweichung vom Gleichgewicht	167

9.3.	Transporterscheinungen	169
9.4.	Diffusion	170
9.5.	Innere Reibung (Viskosität)	172
9.6.	Wärmeleitung	174
9.7.	Zusammenfassung der Transporterscheinungen	177
9.8.	Lösung der Wärmeleitungsgleichung	177
9.8.1.	Lösung des Anfangswertproblems	179
9.8.2.	Anfangsbedingungen des linearen Stabes	180
9.8.3.	Isotherme Randbedingung	181
9.8.4.	Adiabatische Randbedingung	182
9.8.5.	Der Wärmepol	183
9.9.	Elektrizitätsleitung	184
10.	Beispiele zur kinetischen Theorie	186
III.	Statistische Mechanik	200
11.	Theorie der statistischen Gesamtheiten (Ensemble-Theorie)	200
11.1.	Einleitung	200
11.2.	Grad der Unbestimmtheit	201
11.3.	Entropie als maximaler Grad der Unbestimmtheit	202
11.4.	Die Wahrscheinlichkeit w_i der drei Gesamtheiten	203
11.5.	Die kanonische Gesamtheit	205
11.6.	Die mikrokanonische Gesamtheit	208
11.7.	Die großkanonische Gesamtheit	209
11.8.	Zustandssumme und Zustandsintegral	212
11.9.	Der Liouillesche Satz	215
12.	Die Berechnung der kanonischen Zustandssumme	218
12.1.	Berechnung der Zustandssumme eines Systems, das aus N Subsystemen besteht	218
12.2.	Das klassische ideale Gas	221
13.	Mikrokanonische Gesamtheit	230
14.	Der Gleichverteilungssatz der Energie, seine Anwendungen auf die spezifische Wärme und seine Abweichungen	234
14.1.	Der Gleichverteilungssatz der Energie	234
14.2.	Spezifische Wärme nach dem Gleichverteilungssatz	236
14.3.	Spezifische Wärme des idealen zweiatomigen Gases	238
14.3.1.	Rotation	240
14.3.2.	Para- und Orthowasserstoff	242
14.3.3.	Vibration	243
14.4.	Spezifische Wärme der Festkörper. Das Einsteinmodell des Kristalls	245

15.	Berechnung der großkanonischen Zustandssumme	247
15.1.	Maxwell-Boltzmann-Statistik	247
15.2.	Ideales Gas	248
15.3.	Dichteschwankungen des idealen Gases	248
15.4.	Korrigierte Maxwell-Boltzmann-Statistik	250
15.5.	Exakte Statistik nichtunterscheidbarer Teilchen	253
15.5.1.	Bose-Einstein-Statistik	253
15.5.2.	Fermi-Dirac-Statistik	255
16.	Die idealen einatomigen Böse- und Fermigase	256
16.1.	Das ideale Fermigas	258
16.2.	Das ideale Bosegas	267
16.3.	Einstein-Kondensation	269
17.	Das Photonengas	275
17.1.	Das Plancksche Strahlungsgesetz	277
17.2.	Das Wiensche Verschiebungsgesetz	280
17.3.	Historisches	281
17.4.	Zustandsgleichung des Photonengases	282
17.5.	Klassische Berechnung des Strahlungsgesetzes	284
18.	Das Debye-Modell	284
19.	Beispiele zur statistischen Mechanik	289
IV.	- Anhang	322
1.	Formelsammlung	322
2.	Physikalische Konstanten	335
3.	Umrechnungsfaktoren	335
4.	Literaturverzeichnis	335
	Sachwortverzeichnis	337