

# Inhalt

Vorbemerkung für den Leser	V
Vorwort	VI
Vorwort zum Abschnitt: Einführung in die Thermodynamik irreversibler Prozesse	VIII
<i>Einleitung und Vorbereitendes</i>	1
0. Liste der in diesem Buch verwendeten Symbole und deren Bedeutung	1
1. Historisches und Einteilung der Theorie der Wärme	6
2. Erinnerung an Differentialformen und den integrierenden Faktor	8
3. Der Begriff des Systems	14
4. Zustandsgrößen und der Begriff der Zustandsgleichung	15
5. Thermodynamische Prozesse	19
6. Die Aufgabe der Thermodynamik	20
<i>Der Nullte Hauptsatz</i>	22
7. Formulierung des Nullten Hauptsatzes	22
8. Bemerkung zum Begriff der empirischen Temperatur	23
9. Vorläufiges zur Temperaturmessung	24
10. Die thermischen Koeffizienten	28
11. Die Zustandsgleichung Idealer Gase	32
12. Die van der WAALSsche Zustandsgleichung	36
13. Angabe einiger anderer Zustandsgleichungen	43
<i>Der Erste Hauptsatz</i>	47
14. Erinnerung an den Energiesatz der Mechanik	47
15. Die ursprüngliche und die heutige Auffassung vom Wesen der Wärme	49
16. Formulierung des Ersten Hauptsatzes	55
17. Die spezifischen Wärmekapazitäten	59
18. Verschiedene Formen des Ersten Hauptsatzes	61
19. Die Enthalpie	65
20. Adiabatische Vorgänge	66
21. Die Adiabatangleichung für ein Ideales Gas	72
22. Veranschaulichung im Arbeitsdiagramm	73
23. Der Begriff der Polytropen	75
24. Die Polytropengleichung für ein Ideales Gas	77
25. Vorläufiges zum Überströmversuch von Gay-Lussac	80
26. Vorläufiges zum Drosselversuch von Joule-Thomson	82
<i>Der Zweite Hauptsatz</i>	85
27. Qualitative Charakterisierung des Zweiten Hauptsatzes	85
28. Der Carnotsche Kreisprozeß mit einem Idealen Gas	85
29. Der Carnotsche Kreisprozeß mit einer beliebigen Substanz	91
30. Die Thermodynamische Temperaturskala	95
31. Der Begriff der Entropie	99

32. Das Wärmediagramm . . . . .	103
33. Die Clausiussche Ungleichung . . . . .	104
34. Eine Extremaleigenschaft des Wirkungsgrades eines Carnot-Prozesses . . . . .	107
35. Bemerkungen zum Zweiten Hauptsatz in der Thermodynamik irreversibler Prozesse . . . . .	109

### *Folgerungen aus dem Ersten und dem Zweiten Hauptsatz und Anwendungen . . . . .*

36. Ausdrücke, die sich durch Kombination der beiden Hauptsätze ergeben . . . . .	118
37. Angabe von Gleichungen zur Bestimmung der Inneren Energie und der Entropie eines beliebigen Stoffes . . . . .	120
38. Innere Energie und Entropie von (Realen und Idealen) Gasen . . . . .	123
39. Bemerkungen über die Zustandsgleichung von Stoffen, deren Innere Energie nur von der Temperatur abhängt . . . . .	127
40. Innere Energie und Entropie von Flüssigkeiten und Festkörpern . . . . .	129
41. Einige Gesetzmäßigkeiten für die spezifischen Wärmekapazitäten $c_p$ und $c_v$ von beliebigen Stoffen . . . . .	133
42. Weiteres zum Gay-Lussac- und zum Joule-Thomson-Versuch . . . . .	136
43. Temperaturänderung eines Stabes infolge von Dehnung . . . . .	140

### *Thermodynamische Potentiale und Gleichgewichtsbedingungen . . . . .*

44. Die Thermodynamischen Potentiale . . . . .	145
45. Eine charakteristische Eigenschaft der Thermodynamischen Potentiale . . . . .	150
46. Die Maxwell'schen Relationen . . . . .	152
47. Die Gibbs-Helmholtz'sche Gleichung . . . . .	154
48. Gleichgewichtsbedingungen und thermodynamische Stabilität . . . . .	156

### *Einiges aus der Thermodynamik mehrvariabler Systeme . . . . .*

49. Vorbemerkung . . . . .	163
50. Der Erste und der Zweite Hauptsatz für mehrvariable Systeme . . . . .	163
51. Ein Beispiel für die Nichtexistenz eines integrierenden Faktors für $\delta Q$ . . . . .	166
52. Der Begriff der Phase eines Stoffes . . . . .	168
53. Einige Gesetzmäßigkeiten für Mehrstoffsysteme mit Berücksichtigung von Massenveränderlichkeit . . . . .	169
54. Das heterogene Einstoffsystem . . . . .	173
55. Die Clausius-Clapeyronsche Gleichung . . . . .	176
56. Einige Näherungslösungen der Clausius-Clapeyronschen Gleichung . . . . .	178
57. Anwendung der Clausius-Clapeyronschen Gleichung auf $H_2O$ . . . . .	179
58. Die „Spezifische Wärme des gesättigten Zustandes“ . . . . .	183
59. Das Verhalten von gesättigten Dämpfen bei adiabatischen Zustandsänderungen . . . . .	185
60. Die Gibbs'sche Phasenregel . . . . .	187
61. Der Tripelpunkt . . . . .	190
62. Verallgemeinerung einiger Formeln für den Fall, daß $n > 2$ unabhängige Variable vorliegen . . . . .	191
63. Einiges aus der Thermodynamik Deformierbarer fester Körper (Thermoelastizität) . . . . .	197

### *Der Dritte Hauptsatz . . . . .*

64. Das Nernst'sche Wärmetheorem und seine Erweiterung durch Planck . . . . .	203
65. Folgerungen aus der durch Planck erweiterten Fassung des Nernst'schen Wärmesatzes . . . . .	205
66. Der Verlauf der Inneren Energie und der Freien Energie in Abhängigkeit der Temperatur $T$ in der Nähe von $T = 0\text{ K}$ . . . . .	209
67. Die Unerreichbarkeit des Absoluten Temperaturnullpunktes . . . . .	211

<i>Theorie der Wärmestrahlung</i> . . . . .	215
68. Die Aufgabe der Strahlungstheorie . . . . .	215
69. Historische Bemerkungen . . . . .	216
70. Erklärung einiger Begriffe aus der Strahlungstheorie . . . . .	218
71. Ein Satz von Kirchhoff . . . . .	219
72. Das Stefan-Boltzmannsche Strahlungsgesetz . . . . .	223
73. Die Entropie der Schwarzen Strahlung . . . . .	224
74. Das Rayleigh-Jeanssche Strahlungsgesetz . . . . .	227
75. Das Wiensche Strahlungs- (Verschiebungs-) Gesetz . . . . .	230
76. Bemerkungen zum Planckschen Strahlungsgesetz . . . . .	234
 <i>Einführung in die phänomenologische Thermodynamik irreversibler Prozesse</i> . . .	240
(J. U. Keller)	
77. Allgemeines und Historisches . . . . .	240
78. Darlegung von Grundbegriffen . . . . .	242
79. Anwendung auf nur zeitabhängige thermodynamische Prozesse . . . . .	259
80. Anwendung auf zeit- und ortsabhängige thermodynamische Prozesse . . . . .	277
81. Abschließende Bemerkungen und Ausblick . . . . .	307
 Schrifttum . . . . .	318
Biographische Notizen . . . . .	321
Zeittafel . . . . .	328
Sachwortverzeichnis . . . . .	330