

Inhalt

Verwendete Symbole und Größen	XI
1 Theoretische Grundlagen	1
1.1 Nullter Hauptsatz der Thermodynamik und die thermische Zustandsgleichung	1
1.2 Erster Hauptsatz der Thermodynamik und die kalorische Zustandsgleichung	12
1.3 Zweiter und dritter Hauptsatz der Thermodynamik, die Entropie und die kanonische Zustandsgleichung	23
1.4 Partielle molare Größen	33
1.5 Thermodynamische Potenziale	39
1.6 Thermodynamisches Gleichgewicht	42
1.6.1 Grundlagen und Sonderfälle	42
1.6.2 Thermodynamik binärer Zweiphasensysteme	51
1.7 Heterogene Gleichgewichte binärer Systeme	66
1.7.1 Einführung	66
1.7.2 Binäre Systeme „flüssig-flüssig“	67
1.7.3 Binäre Systeme „flüssig-gasförmig“	68
1.7.4 Binäre Systeme „flüssig-fest“	82
1.8 Heterogene Gleichgewichte ternärer Systeme	92
1.8.1 Die Darstellung der Zusammensetzung einer ternären Mischung . . .	92
1.8.2 Ternäre Systeme aus drei flüssigen Komponenten	93
1.8.3 Ternäre Systeme mit festen Phasen	99
1.8.4 Wässrige Lösungen von zwei Salzen	103
2 Fragen ohne Antwort	107
2.1 Der Zustand eines Systems	107
2.2 Der nullte Hauptsatz und die thermische Zustandsgleichung der Stoffe	108
2.3 Der erste Hauptsatz – Energie	109
2.4 Entropie	112
2.5 Thermodynamische Potenziale, Gibbs-Helmholtz-Gleichungen und Kriterien der Verlaufsrichtung chemischer Reaktionen	113

VIII Inhalt

2.6	Reaktionsisotherme, -isobare und -isochore	113
2.7	Nernst'sche Gleichung	114
2.8	Heterogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	114
2.9	Partielle molare Größen und thermodynamisches Gleichgewicht, Phasenübergänge	115
2.10	Phasengleichgewichte binärer Systeme	116
2.11	Phasengleichgewichte ternärer Systeme	119
3	Fragen mit Antwort	125
3.1	Der Zustand eines Systems	125
3.2	Der nullte Hauptsatz und die thermische Zustandsgleichung der Stoffe	133
3.3	Der erste Hauptsatz – Energie	146
3.4	Entropie	169
3.5	Thermodynamische Potenziale, Gibbs-Helmholtz-Gleichungen und Kriterien der Verlaufsrichtung chemischer Reaktionen	177
3.6	Reaktionsisotherme, -isobare und -isochore	181
3.7	Nernst'sche Gleichung	193
3.8	Heterogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	195
3.9	Partielle molare Größen und thermodynamisches Gleichgewicht, Phasenübergänge	198
3.10	Phasengleichgewichte binärer Systeme	209
3.11	Phasengleichgewichte ternärer Systeme	224
4	Aufgaben ohne Lösung	241
4.1	Ideale und reale Gase	241
4.2	Osmotischer Druck idealer Lösungen	244
4.3	Joule-Thomson-Effekt	245
4.4	Arbeit	245
4.4.1	Volumenarbeit	245
4.4.2	Osmotische Arbeit	246
4.4.3	Oberflächenarbeit	247
4.4.4	Elektrische Arbeit	247
4.4.5	Magnetische Arbeit	248
4.4.6	Mechanische Arbeit	250

4.5	Innere Energie und Enthalpie	250
4.6	Kalorimetrie	253
4.7	Satz von Hess	257
4.8	Entropie	260
4.9	Wirkungsgrad und Leistungszahl	262
4.10	Homogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	264
4.10.1	Stickstoffverbindungen (N_2 , NH_3 , NO_x)	264
4.10.2	Kohlenstoff-Verbindungen (CO_x , KWS und Derivate)	269
4.10.3	Schwefel-Verbindungen (SO_x , SF_x)	274
4.10.4	Halogenwasserstoffe	275
4.10.5	Redoxreaktionen	276
4.10.6	Säure-Base-Reaktionen	279
4.11	Heterogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	281
4.11.1	Kohlenstoff-Verbindungen und $CaSO_4$ -Hydrate	281
4.11.2	Fällungsreaktionen	283
4.11.3	Metalloxide	285
4.11.4	Nernst-Verteilung	285
4.12	Phasengleichgewichte und Phasensysteme	286
4.12.1	Phasenübergänge, Siedepunkterhöhung, Gefrierpunktniedrigung, Molmassebestimmung	286
4.12.2	Einkomponenten-Mehrphasensysteme	288
4.12.3	Zweikomponenten-Zweiphasensysteme (Binäre Systeme)	290
4.12.4	Ternäre Systeme	292
4.13	Bioenergetik	295
4.13.1	Enzyme	295
4.13.2	Energieumsatz	298
4.13.3	Stoffwechsel	300
5	Lösungen	311
5.1	Ideale und reale Gase	311
5.2	Osmotischer Druck idealer Lösungen	317
5.3	Joule-Thomson-Effekt	318
5.4	Arbeit	318
5.4.1	Volumenarbeit	318
5.4.2	Osmotische Arbeit	321
5.4.3	Oberflächenarbeit	321
5.4.4	Elektrische Arbeit	322
5.4.5	Magnetische Arbeit	325
5.4.6	Mechanische Arbeit	328

5.5	Innere Energie und Enthalpie	332
5.6	Kalorimetrie	338
5.7	Satz von Hess	345
5.8	Entropie	350
5.9	Wirkungsgrad und Leistungszahl	354
5.10	Homogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	357
5.10.1	Stickstoffverbindungen (N_2 , NH_3 , NO_x)	357
5.10.2	Kohlenstoff-Verbindungen (CO_x , KWS und Derivate)	373
5.10.3	Schwefel-Verbindungen (SO_x , SF_x)	389
5.10.4	Halogenwasserstoffe	391
5.10.5	Redoxreaktionen	393
5.10.6	Säure-Base-Reaktionen	402
5.11	Heterogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	406
5.11.1	Kohlenstoff-Verbindungen und $CaSO_4$ -Hydrate	406
5.11.2	Fällungsreaktionen	411
5.11.3	Metalloxide	413
5.11.4	Nernst-Verteilung	414
5.12	Phasengleichgewichte und Phasensysteme	415
5.12.1	Phasenübergänge, Siedepunkterhöhung, Gefrierpunktniedrigung, Molmassebestimmung	415
5.12.2	Einkomponenten-Mehrphasensysteme	422
5.12.3	Zweikomponenten-Zweiphasensysteme (Binäre Systeme)	425
5.12.4	Ternäre Systeme	429
5.13	Bioenergetik	434
5.13.1	Enzyme	434
5.13.2	Energieumsatz	443
5.13.3	Stoffwechsel	450
6	Strukturbilder und Zyklen	481
	Literaturverzeichnis	489
	Abbildungsverzeichnis	491
	Tabellenverzeichnis	499
	Namenregister	501
	Sachregister	503