

Walter Schreiter

Chemische Thermodynamik

Grundlagen, Übungen, Lösungen

3. überarbeitete und ergänzte Auflage

DE GRUYTER

Inhalt

Verwendete Symbole und Größen	XV
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	13
1.3 Zweiter und dritter Hauptsatz der Thermodynamik, die Entropie und die kanonische Zustandsgleichung	31
1.4 Partielle molare Größen	43
1.5 Thermodynamische Potenziale	50
1.6 Thermodynamisches Gleichgewicht	57
1.6.1 Grundlagen und Sonderfälle	57
1.6.2 Thermodynamik binärer Zweiphasensysteme	69
1.7 Heterogene Gleichgewichte binärer Systeme	87
1.7.1 Einführung	87
1.7.2 Binäre Systeme „flüssig-flüssig“	87
1.7.3 Binäre Systeme „flüssig-gasförmig“	88
1.7.4 Binäre Systeme „flüssig-fest“	104
1.8 Heterogene Gleichgewichte ternärer Systeme	116
1.8.1 Die Darstellung der Zusammensetzung einer ternären Mischung	116
1.8.2 Ternäre Systeme aus drei flüssigen Komponenten	118
1.8.3 Ternäre Systeme mit festen Phasen	124
1.8.4 Wässrige Lösungen von zwei Salzen	129
2 Fragen ohne Antwort	133
2.1 Der Zustand eines Systems	133
2.2 Der nullte Hauptsatz und die thermische Zustandsgleichung der Stoffe	134
2.3 Der erste Hauptsatz – Energie	135
2.4 Entropie	139
2.5 Thermodynamische Potenziale, Gibbs-Helmholtz-Gleichungen und Kriterien der Verlaufsrichtung chemischer Reaktionen	140
2.6 Reaktionsisotherme, -isobare und -isochore	141
2.7 Nernst'sche Gleichung	143
2.8 Heterogene chemische Gleichgewichte	143
2.9 Partielle molare Größen und thermodynamisches Gleichgewicht, Phasenübergänge	144

2.10	Phasengleichgewichte binärer Systeme	145
2.11	Phasengleichgewichte ternärer Systeme	149
3	Fragen mit Antwort	155
3.1	Der Zustand eines Systems	155
3.2	Der nullte Hauptsatz und die thermische Zustandsgleichung der Stoffe	164
3.3	Der erste Hauptsatz – Energie	179
3.4	Entropie	213
3.5	Thermodynamische Potenziale, Gibbs-Helmholtz-Gleichungen und Kriterien der Verlaufsrichtung chemischer Reaktionen	223
3.6	Reaktionsisotherme, -isobare und -isochore	229
3.7	Nernst'sche Gleichung	244
3.8	Heterogene chemische Gleichgewichte	246
3.9	Partielle molare Größen und thermodynamisches Gleichgewicht, Phasenübergänge	248
3.10	Phasengleichgewichte binärer Systeme	264
3.11	Phasengleichgewichte ternärer Systeme	283
4	Aufgaben ohne Lösung	301
4.1	Ideale und reale Gase	301
4.2	Osmotischer Druck idealer Lösungen	305
4.3	Joule-Thomson-Effekt	306
4.4	Arbeit	306
4.4.1	Volumenarbeit	306
4.4.2	Osmotische Arbeit	308
4.4.3	Oberflächenarbeit	309
4.4.4	Elektrische Arbeit	310
4.4.5	Magnetische Arbeit	312
4.4.6	Mechanische Arbeit	313
4.5	Innere Energie und Enthalpie	314
4.6	Kalorimetrie	317
4.7	Satz von Hess	324
4.8	Entropie	326
4.9	Wirkungsgrad und Leistungszahl	328
4.10	Atomkraft und ihre Alternativen im Spektrum der Energieerzeugung .	331
4.11	Homogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	334
4.11.1	Stickstoffverbindungen (N_2 , NH_3 , NO_x)	334
4.11.2	Kohlenstoff-Verbindungen (CO_x , KWS und Derivate)	340
4.11.3	Schwefel-Verbindungen (SO_x , SF_x)	347
4.11.4	Halogenwasserstoffe	348

4.11.5	Redoxreaktionen	349
4.11.6	Säure-Base-Reaktionen	353
4.12	Heterogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	356
4.12.1	Kohlenstoff-Verbindungen und CaSO_4 -Hydrate	356
4.12.2	Fällungsreaktionen	359
4.12.3	Metalloxide	361
4.12.4	Verteilung eines Stoffes zwischen zwei Phasen	362
4.13	Phasengleichgewichte und Phasensysteme	364
4.13.1	Phasenübergänge, Siedepunkterhöhung, Gefrierpunktniedrigung, Molmassebestimmung	364
4.13.2	Einkomponenten-Mehrphasensysteme	368
4.13.3	Zweikomponenten-Zweiphasensysteme (Binäre Systeme)	370
4.13.4	Ternäre Systeme	372
4.14	Bioenergetik	375
4.14.1	Enzyme	375
4.14.2	Energieumsatz	379
4.14.3	Stoffwechsel	381
5	Lösungen	393
5.1	Ideale und reale Gase	393
5.2	Osmotischer Druck idealer Lösungen	400
5.3	Joule-Thomson-Effekt	401
5.4	Arbeit	402
5.4.1	Volumenarbeit	402
5.4.2	Osmotische Arbeit	410
5.4.3	Oberflächenarbeit	411
5.4.4	Elektrische Arbeit	415
5.4.5	Magnetische Arbeit	419
5.4.6	Mechanische Arbeit	422
5.5	Innere Energie und Enthalpie	425
5.6	Kalorimetrie	433
5.7	Satz von Hess	443
5.8	Entropie	448
5.9	Wirkungsgrad und Leistungszahl	452
5.10	Atomkraft und ihre Alternativen im Spektrum der Energieerzeugung	455
5.11	Homogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	475
5.11.1	Stickstoffverbindungen (N_2 , NH_3 , NO_x)	475
5.11.2	Kohlenstoff-Verbindungen (CO_x , KWS und Derivate)	492
5.11.3	Schwefel-Verbindungen (SO_x , SF_x)	511
5.11.4	Halogenwasserstoffe	515
5.11.5	Redoxreaktionen	518
5.11.6	Säure-Base-Reaktionen	527

5.12	Heterogene chemische Gleichgewichtsreaktionen	534
5.12.1	Kohlenstoff-Verbindungen und CaSO ₄ -Hydrate	534
5.12.2	Fällungsreaktionen	539
5.12.3	Metalloxide	544
5.12.4	Verteilung eines Stoffes zwischen zwei Phasen	546
5.13	Phasengleichgewichte und Phasensysteme	549
5.13.1	Phasenübergänge, Siedepunkterhöhung, Gefrierpunktniedrigung, Molmassebestimmung	549
5.13.2	Einkomponenten-Mehrphasensysteme	558
5.13.3	Zweikomponenten-Zweiphasensysteme (Binäre Systeme) ...	561
5.13.4	Ternäre Systeme	565
5.14	Bioenergetik	571
5.14.1	Enzyme	571
5.14.2	Energieumsatz	580
5.14.3	Stoffwechsel	588
6	Strukturbilder und Zyklen	627
	Literaturverzeichnis	635
	Abbildungsverzeichnis	637
	Tabellenverzeichnis	647
	Namenregister	649
	Sachregister	651