



Leseprobe

Karl Schwister

Kleine Formelsammlung Chemie

ISBN (Buch): 978-3-446-44213-9

ISBN (E-Book): 978-3-446-44175-0

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44213-9>

sowie im Buchhandel.

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>A</b>	<b>Allgemeine Grundlagen.....</b>	<b>9</b>
A.1	Größen und Einheiten.....	9
A.2	Physikalisch-chemische Konstanten.....	19
A.3	Umrechnungstabellen und -faktoren.....	20
<b>M</b>	<b>Struktur der Materie.....</b>	<b>22</b>
M.1	Bausteine der Atome.....	22
M.2	Welle-Teilchen-Dualismus.....	26
M.3	Aufbau von Eielektronensystemen.....	28
M.4	Aufbau von Mehrelektronensystemen.....	34
M.5	Kernreaktionen und Radioaktivität.....	38
<b>Z</b>	<b>Zustandsformen der Materie.....</b>	<b>46</b>
Z.1	Aggregatzustände und Phasendiagramme.....	46
Z.2	Gasgesetze.....	49
Z.3	Fester Zustand.....	55
<b>T</b>	<b>Thermodynamik.....</b>	<b>61</b>
T.1	Systeme und Zustandsgrößen.....	61
T.2	Erster Hauptsatz.....	64
T.3	Standard-Enthalpien.....	68
T.4	Entropie und zweiter Hauptsatz.....	70
T.5	Freie Energie und Freie Enthalpie.....	76
<b>C</b>	<b>Chemische Reaktionen und Gleichgewichte... </b>	<b>83</b>
C.1	Mehrstoffsysteme und Lösungen.....	83
C.2	Stöchiometrische Berechnungen.....	88

---

---

C.3	Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtslage .	90
C.4	Säure-Base-Gleichgewichte .....	94
C.5	Lösungsgleichgewichte .....	103
C.6	Kolligative Eigenschaften .....	106
<b>E</b>	<b>Elektrochemie .....</b>	<b>109</b>
E.1	Elektrolytische Leitfähigkeit.....	109
E.2	Elektrodenprozesse .....	114
E.3	Galvanische Zellen .....	118
E.4	Elektrochemische Prozesse.....	120
<b>K</b>	<b>Kinetik.....</b>	<b>126</b>
K.1	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen.....	126
K.2	Integrierte Geschwindigkeitsgesetze .....	128
K.3	Bestimmung der Reaktionsordnung .....	131
K.4	Stoßtheorie und aktivierter Komplex .....	134
<b>G</b>	<b>Grenzflächengleichgewichte .....</b>	<b>137</b>
G.1	Oberflächenspannung.....	137
G.2	Adsorption .....	140
G.3	Viskosität .....	144
G.4	Diffusion.....	148
<b>N</b>	<b>Nomenklatur und Systematik.....</b>	<b>151</b>
N.1	Nomenklatur anorganischer Verbindungen.....	151
N.2	Systematik organischer Verbindungen .....	156
N.3	Substitutive Nomenklatur .....	165
N.4	Verzeichnis der Elemente .....	167
<b>R</b>	<b>Register .....</b>	<b>171</b>

# Vorwort

Zur Verständigung unter Naturwissenschaftlern und Ingenieuren sind Formeln und Gleichungen ein Hilfsmittel, dessen Wichtigkeit kaum überschätzt werden kann. Ausgehend von den Anforderungen natur- und ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge an Fachhochschulen und Universitäten sind die Grundzüge dieser Disziplin griffig in einer Formelsammlung Chemie zusammengefasst. Sie ist gleichermaßen geeignet für die Lösung physikalisch-chemischer Probleme in der Praxis.

Unter weitgehendem Verzicht auf erläuternden Text entstand eine in Kapitel gegliederte Zusammenstellung der wichtigsten Gleichungen aus verschiedenen Teilgebieten der Chemie, die weniger einem Lehrbuch herkömmlicher Konzeption entspricht, sondern vielmehr dessen „chemischen Extrakt“ darstellt. Dem Benutzer soll die Formelsammlung zur Unterstützung beim Lösen von Übungsaufgaben, zur Auffrischung chemischer Kenntnisse und zur Prüfungsvorbereitung dienen.

Ich danke Frau Holzbrecher für die sorgfältige Erfassung und Herrn Dipl.-Ing. Leven für die abschließende Bearbeitung des Manuskriptes sowie den Herren Prof. Dipl.-Ing. Leßenich und Prof. Dr. Pfestorf für das gewissenhafte Korrekturlesen. Dem Verlag, vor allem Frau Ute Eckardt, sei für die gute Zusammenarbeit und für das große Engagement während der Entstehung des Buches herzlichst gedankt.

Karl Schwister

# E Elektrochemie

## E.1 Elektrolytische Leitfähigkeit

### Elektrischer Leitwert

$$\sigma = \frac{1}{R}$$

$R$  elektrischer Widerstand

### Elektrische Leitfähigkeit

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{l}{A \cdot R} = C \cdot \frac{1}{R}$$

$\rho$  spezifischer Widerstand

$l$  Länge des elektrischen Leiters

$A$  Querschnitt des elektrischen Leiters

$R$  elektrischer Widerstand

$C$  Zellkonstante ( $= l / A$ )

### Molare Leitfähigkeit

$$\Lambda_m = \frac{\kappa}{c}$$

- $\kappa$  elektrische Leitfähigkeit  
 $c$  Stoffmengenkonzentration des Elektrolyten

### Äquivalentleitfähigkeit

$$\Lambda_{\text{eq}} = \frac{\Lambda_{\text{m}}}{|z|} = \frac{\kappa}{c \cdot |z|}$$

- $\Lambda_{\text{m}}$  molare Leitfähigkeit  
 $z$  Äquivalentzahl (Wertigkeit des Elektrolyten)  
 $\kappa$  elektrische Leitfähigkeit  
 $c$  Stoffmengenkonzentration des Elektrolyten

### Gesetz von KOHLRAUSCH

$$\Lambda_{\text{eq}} = \Lambda_{\text{eq}}^0 - k \sqrt{c(\text{eq})}$$

- $\Lambda_{\text{eq}}$  Äquivalentleitfähigkeit  
 $\Lambda_{\text{eq}}^0$  Äquivalentleitfähigkeit bei unendlicher Verdünnung  
 $k$  Konstante (abhängig vom Typ des Elektrolyten)  
 $c(\text{eq})$  Äquivalentkonzentration des Elektrolyten

### Gesetz der unabhängigen Ionenwanderung

$$\Lambda_{\text{m}}^0 = \nu_+ \lambda_+^0 + \nu_- \lambda_-^0$$

- $\Lambda_{\text{m}}^0$  molare Grenzleitfähigkeit des Elektrolyten  
 $\lambda_{+,-}^0$  Leitfähigkeitsanteile von Kationen und Anionen, bei unendlicher Verdünnung

$v$  Anzahl der Kationen und Anionen, pro Formeleinheit des Elektrolyten

Grenzleitfähigkeit $\lambda^0$ in Wasser in $\Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ ( $t = 25^\circ \text{C}$ )			
$\text{H}^+$	349,6	$\text{OH}^-$	199,1
$\text{Li}^+$	38,7	$\text{F}^-$	55,4
$\text{Na}^+$	50,1	$\text{Cl}^-$	76,35
$\text{K}^+$	73,5	$\text{Br}^-$	78,1
$\text{Rb}^+$	77,8	$\text{I}^-$	76,8
$\text{Cs}^+$	77,2	$\text{NO}_3^-$	71,46
$\text{NH}_4^+$	73,5	$\text{ClO}_4^-$	67,3
$\text{Mg}^{2+}$	106,0	$\text{SO}_4^{2-}$	160,0
$\text{Ca}^{2+}$	119,0	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	40,9
$\text{Sr}^{2+}$	118,9	$(\text{COO})_2^{2-}$	148,2
$\text{Ba}^{2+}$	127,2	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	302,7
$\text{Cu}^{2+}$	107,2	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	442,0
$\text{Zn}^{2+}$	105,6	$\text{CO}_3^{2-}$	138,6

## Ionenbeweglichkeit

$$u_+ = \frac{v_+}{E} = \frac{\lambda_+}{F} \quad u_- = \frac{v_-}{E} = \frac{\lambda_-}{F}$$

- $u_{+,-}$  Ionenbeweglichkeit der Kationen und Anionen  
 $v_{+,-}$  Wanderungsgeschwindigkeit der Kat- und Anionen  
 $\lambda_{+,-}$  Leitfähigkeitsanteile von Kationen und Anionen  
 $E$  elektrische Feldstärke  
 $F$  FARADAY-Konstante

Ionenbeweglichkeit $u$ in Wasser in $\text{cm}^2 \text{ s}^{-1} \text{ V}^{-1}$ ( $t = 25^\circ \text{C}$ )			
$\text{H}^+$	$3,623 \cdot 10^{-3}$	$\text{OH}^-$	$2,064 \cdot 10^{-3}$
$\text{Li}^+$	$4,01 \cdot 10^{-4}$	$\text{F}^-$	$5,70 \cdot 10^{-4}$

Ionenbeweglichkeit  $\mu$  in Wasser in  $\text{cm}^2 \text{s}^{-1} \text{V}^{-1}$  ( $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ )

Na <sup>+</sup>	$5,19 \cdot 10^{-4}$	Cl <sup>-</sup>	$7,91 \cdot 10^{-4}$
K <sup>+</sup>	$7,62 \cdot 10^{-4}$	Br <sup>-</sup>	$8,09 \cdot 10^{-4}$
Rb <sup>+</sup>	$7,92 \cdot 10^{-4}$	I <sup>-</sup>	$7,96 \cdot 10^{-4}$
Tl <sup>+</sup>	$7,74 \cdot 10^{-4}$	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	$6,99 \cdot 10^{-4}$
Ag <sup>+</sup>	$6,42 \cdot 10^{-4}$	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$7,40 \cdot 10^{-4}$
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	$7,63 \cdot 10^{-4}$	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$4,61 \cdot 10^{-4}$
[N(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>+</sup>	$4,65 \cdot 10^{-4}$	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	$7,46 \cdot 10^{-4}$
Mg <sup>2+</sup>	$5,49 \cdot 10^{-4}$	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	$8,29 \cdot 10^{-4}$
Ca <sup>2+</sup>	$6,17 \cdot 10^{-4}$	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	$4,24 \cdot 10^{-4}$
Cu <sup>2+</sup>	$5,56 \cdot 10^{-4}$	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	$1,05 \cdot 10^{-3}$
Zn <sup>2+</sup>	$5,47 \cdot 10^{-4}$	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	$1,14 \cdot 10^{-3}$

**Leitfähigkeitskoeffizient**

(für vollständig dissoziierte Elektrolyte)

$$f_{\Lambda} = \frac{\Lambda_{\text{eq}}}{\Lambda_m^{\circ}} \quad (\alpha \approx 1)$$

 $\Lambda_{\text{eq}}$  Äquivalentleitfähigkeit $\Lambda_m^{\circ}$  molare Grenzleitfähigkeit des Elektrolyten $\alpha$  Dissoziationsgrad**Dissoziationsgrad**

$$\alpha = \frac{\Lambda_{\text{eq}}}{\Lambda_m^{\circ}} \quad (\alpha \ll 1)$$

 $\Lambda_{\text{eq}}$  Äquivalentleitfähigkeit $\Lambda_m^{\circ}$  molare Grenzleitfähigkeit des Elektrolyten

## Konzentrationsabhängigkeit der Leitfähigkeit

schwache Elektrolyte:

$$\kappa = |z| \cdot c \cdot \alpha \cdot f_{\Lambda} \cdot \Lambda_m^0 = |z| \cdot c \cdot \alpha (\lambda_+ + \lambda_-)$$

starke Elektrolyte:

$$\kappa = |z| \cdot c \cdot \Lambda_{\text{eq}} = |z| \cdot c \cdot f_{\Lambda} \cdot \Lambda_m^0$$

- $\kappa$  elektrische Leitfähigkeit  
 $z$  Äquivalentzahl (Wertigkeit des Elektrolyten)  
 $c$  Stoffmengenkonzentration des Elektrolyten  
 $\alpha$  Dissoziationsgrad  
 $f_{\Lambda}$  Leitfähigkeitskoeffizient  
 $\Lambda_m^0$  molare Grenzleitfähigkeit des Elektrolyten  
 $\Lambda_{\text{eq}}$  Äquivalentleitfähigkeit  
 $\lambda$  Leitfähigkeitsanteile von Kationen und Anionen

## OSTWALDSches Verdünnungsgesetz

$$K_c = \frac{\Lambda_{\text{eq}}^2 \cdot c}{\Lambda_m^0 (\Lambda_m^0 - \Lambda_{\text{eq}})}$$

- $K_c$  Gleichgewichtskonstante  
 $\Lambda_m^0$  molare Grenzleitfähigkeit des Elektrolyten  
 $\Lambda_{\text{eq}}$  Äquivalentleitfähigkeit  
 $c$  Stoffmengenkonzentration des Elektrolyten

## HITTORFSche Überführungszahlen

Die HITTORFSche Überführungszahl  $t$  gibt den Bruchteil des Gesamtstromes an, den eine Ionenart transportiert. Für einen Elektrolyten  $A_x^{z+} B_y^{z-}$  gilt:

$$t_+ = \frac{z_+ \cdot v_+ \cdot u_+}{z_+ \cdot v_+ \cdot u_+ + z_- \cdot v_- \cdot u_-}$$

$$t_- = \frac{z_- \cdot v_- \cdot u_-}{z_+ \cdot v_+ \cdot u_+ + z_- \cdot v_- \cdot u_-}$$

- $t_{+,-}$  Überföhrungszahl der Kationen und Anionen  
 $u_{+,-}$  Ionenbeweglichkeit der Kationen und Anionen  
 $v_{+,-}$  Anzahl der Kationen und Anionen  
 $z_{+,-}$  Äquivalentzahl (Wertigkeit der Ionen)

## E.2 Elektrodenprozesse

### Elektrodenpotenzial (GALVANI-Spannung)

$$E = \Delta\varphi = \varphi_I - \varphi_{II}$$

- $\varphi$  GALVANI-Potenzial der Phasen (I und II)

### NERNST-Gleichung

**Elektrodenreaktion:**  $v_{\text{Ox}} \text{Ox} + z e^- \rightleftharpoons_{\text{Red}} \text{Red}$

$$E = E^\ominus + \frac{R \cdot T}{z_e \cdot F} \ln \frac{a^{\nu_{\text{Ox}}}(\text{Ox})}{a^{\nu_{\text{Red}}}(\text{Red})} = E^\ominus + \frac{F_N}{z_e} \lg \frac{a^{\nu_{\text{Ox}}}(\text{Ox})}{a^{\nu_{\text{Red}}}(\text{Red})}$$

- $E$  Elektrodenpotenzial  
 $E^\ominus$  Standardelektrodenpotenzial  
 $R$  allgemeine Gaskonstante  
 $F_N$  NERNST-Faktor

- $T$  absolute Temperatur  
 $F$  FARADAY-Konstante  
 $z_e$  Anzahl der ausgetauschten Elektronen  
 $\nu$  stöchiometrischer Koeffizient  
 $a$  Aktivität des Oxidations- bzw. Reduktionsmittels

## Standardelektrodenpotenziale bei 25 °C

Elektrodenreaktion	$E^\ominus$ in V	Elektrodenreaktion	$E^\ominus$ in V
$\text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05	$\text{Fe}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{Fe}$	-0,04
$\text{K}^+ + e^- \rightarrow \text{K}$	-2,93	$2 \text{H}^+ + 2 e^- \rightarrow \text{H}_2$	0,00
$\text{Rb}^+ + e^- \rightarrow \text{Rb}$	-2,93	$\text{AgBr} + e^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Br}^-$	0,07
$\text{Cs}^+ + e^- \rightarrow \text{Cs}$	-2,92	$\text{Sn}^{4+} + 2 e^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$	0,15
$\text{Ba}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Ba}$	-2,91	$\text{Cu}^{2+} + e^- \rightarrow \text{Cu}^+$	0,16
$\text{Sr}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Sr}$	-2,89	$\text{Bi}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{Bi}$	0,20
$\text{Ca}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Ca}$	-2,87	$\text{AgCl} + e^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$	0,22
$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$	-2,71	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2 e^- \rightarrow 2 \text{Hg} + 2 \text{Cl}^-$	0,27
$\text{Mg}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36	$\text{Cu}^+ + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34
$\text{Be}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Be}$	-1,85	$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 e^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$	0,40
$\text{U}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{U}$	-1,79	$\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + e^-$	
$\text{Al}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66	$\rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	0,49
$\text{Ti}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Ti}$	-1,63	$\text{Cu}^{2+} + e^- \rightarrow \text{Cu}$	0,52
$\text{V}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{V}$	-1,19	$\text{I}_3^- + 2 e^- \rightarrow 3 \text{I}^-$	0,53
$\text{Mn}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Mn}$	-1,18	$\text{I}_2 + 2 e^- \rightarrow 2 \text{I}^-$	0,54
$\text{Cr}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cr}$	-0,91	$\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2 e^-$	
$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 e^-$		$\rightarrow 2 \text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$	0,62
$\rightarrow \text{Fe} + 2 \text{OH}^-$	-0,88	$\text{Fe}^{3+} e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	0,77
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83	$\text{AgF} + e^- \rightarrow \text{Ag} + \text{F}^-$	0,78
$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2 e^-$		$\text{Hg}_2^{2+} + 2 e^- \rightarrow 2 \text{Hg}$	0,79
$\rightarrow \text{Cd} + 2 \text{OH}^-$	-0,81	$\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$	0,80
$\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76	$2 \text{Hg}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	0,92
$\text{Cr}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{Cr}$	-0,74	$\text{Br}_2 + 2 e^- \rightarrow 2 \text{Br}^-$	1,09
$\text{U}^{4+} + e^- \rightarrow \text{U}^{3+}$	-0,61	$\text{Pt}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Pt}$	1,20

# R Register

## A

Abkürzungen 11  
Adsorption 140–143  
Adsorptionsenthalpien 141  
Adsorptionsgleichgewicht, Temperaturabhängigkeit 143  
Adsorptionsisothermen 141  
Aggregatzustand 46, 68  
Aktivierter Komplex 135  
Aktivierungsenthalpie 136  
Aktivierungsentropie 136  
Aktivität 85  
Alicyclen 157  
Alkane 159  
Alkene 160  
Alkine 161  
Alkyle 160  
Ampere, Definition 17  
Äquivalentdosis 43  
Äquivalentkonzentration 85  
Äquivalentleitfähigkeit 110  
Äquivalentstoffmenge 83  
Arbeit, elektrische 120  
Arbeit, mechanische 64  
Arene 158, 163  
ARRHENIUS-Gleichung 128  
ASTON-Regel 25  
Atommasse, absolute 23  
Atommasse, relative 167–170  
Atommassenkonstante 24  
Avogadro-Hypothese 50  
Avogadro-Konstante 83

## B

Basenkonstanten 97  
Basiseinheiten 16–18  
Basisgrößen 16–18  
Bedeckungsgrad 140  
BET-Isotherme 142  
Bildungs-Enthalpie, Standard- 69, 78  
Bildungsentropie, Standard- 76  
Bindungsenergie 25  
Blasen 139  
BOHRsche Frequenzbedingung 30  
BOHRsche Quantenbedingung 28  
BOHRscher-Elektronenbahnradius 29  
BORN-HABER-Kreisprozess 58  
BORN-MAYER-Gleichung 59  
BOYLE, Gesetz von 49  
BRAVAIS-Gitter 57  
BRØNSTED, Säure-Base-Begriffe 94–95

## C

Candela, Definition 17  
Chemisorption 141

## D

DALTON, Gesetz von 51  
Dampfdruckerniedrigung, relative 105–106  
DE-BROGLIE-Beziehung 27  
Differentiationsmethode 131  
Diffusion 148–150

Diffusions(grenz)stromdichte 122  
Diffusionskoeffizienten 149  
Diffusionskoeffizienten, Temperaturabhängigkeit 150  
Diffusionsüberspannung 123  
Dissoziationsgrad 99, 112  
Dosisleistung 43

## E

Einheit 9  
EINSTEIN, Lichtelektrische Gleichung 27  
EINSTEIN-Beziehung 148–149  
Elektrodenpolarisation 122  
Elektrodenpotenzial 114  
Elektrodenpotenziale, Standard- 115–116  
Elektromotorische Kraft 119  
Elektronenaffinität 37  
Elementarteilchen 23  
Elementarzelle 55  
Elemente 167–170  
endergone Reaktion 81  
endotherme Reaktion 68  
Energieausbeute 125  
Energiedosis 43  
Energieniveauschema 35  
Enthalpie 67  
Enthalpien, Standard- 68  
Entropie 71–72  
Entropie, absolute 73–74  
Entropie, Standard- 78  
Entropie,  
Temperaturabhängigkeit 73  
Entropie,  
Volumenabhängigkeit 73  
Entropieänderung (Phasenübergang) 74  
Entropieänderung (Umgebung) 72

EÖTVÖSSche Regel 138  
exergone Reaktion 81  
exotherme Reaktion 68  
extensive Größe 61

## F

FARADAYSches Gesetz 121  
FICKSches Gesetz, 1. 148  
FICKSches Gesetz, 2. 150  
FIKENTSCHER-Gleichung 147–148  
Fluidität 145  
Formelmasse 84  
Formeln, empirische 89  
Formelzeichen 11  
Freie Bildungsenthalpie, Standard- 78  
Freie Energie 76  
Freie Enthalpie 77  
Freie Reaktionsenthalpie, Standard- 78  
FREUNDLICH-Isotherme 142  
funktionelle Gruppen 165

## G

Gasgleichung, allgemeine 50  
Gaskonstante, allgemeine 63–64  
Gasmischung,  
mittlere Molmasse 52  
Gasmischung,  
Zustandsgleichung 52  
GAY-LUSSAC, Gesetz von 49  
Gefrierpunktserniedrigung 107  
Geschwindigkeitsgesetz 127  
Geschwindigkeitskonstante 135  
GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung 77  
GIBBS-Phasenregel 46–47  
Gleichgewichtsbedingung,  
kinetische 90

Gleichgewichtsbedingung,  
thermodynamische 91  
Gleichgewichtsexponenten 98  
Gleichgewichtszustand 90  
Grenzflächenviskosität 147  
Grenzleitfähigkeit 111  
griechisches Alphabet 11  
Größe 9  
Größengleichung 9  
Grundgerüst, organischer  
Verbindungen 156

## H

Halbwertszeit 42, 130–131  
Halbwertszeit-Methode 132–133  
Halbwertszeit von Nukliden 42  
Hauptquantenzahl 32  
Hauptsatz, 1. 64  
Hauptsatz, 2. 71  
HEISENBERG, Unbestimmtheits-  
relation 28  
HENDERSON-Gleichung 117  
HENDERSON-HASSELBALCH-  
Gleichung 102  
HENRY-DALTON-Gesetz 105  
HENRY-Konstanten 105  
HESS, Satz von 69–70  
Heterocyclen 158  
heterogene Gemische 47  
Hohlräume 140  
homogene Systeme 47  
HÖPPLER-Viskosimeter 145  
HÜCKEL-Regel 163  
HUNDSche-Regel 34

## I

Integrationsmethode 132  
intensive Größe 61  
Ionen, Namen von 153

Ionenbeweglichkeit 111–112  
Ionendosis 44  
Ionenprodukt des Wassers 95  
Ionenstärke 87  
Ionisierungsenergie 35–36  
Isobare 25, 41  
Isomere 25  
Isotone 25, 41  
Isotope 25, 41

## K

KAPUSTINSKII-Gleichung 60  
Kelvin, Definition 17  
Kilogramm, Definition 16  
KIRCHHOFFsches Gesetz 70  
Klemmenspannung 118  
Kohlenwasserstoffe,  
cyclische 162  
Kohlenwasserstoffe,  
ungesättigte 157  
Kohlenwasserstoffe,  
verzweigte 161  
KOHLENSAURE, Gesetz von 110  
kolligative Eigenschaften  
106–108  
Konstanten, physikalisch-  
chemische 19  
Kristalle,  
potenzielle Energie 58–59  
Kristallsysteme 56  
kritische Daten 48

## L

LANGMUIR-Isotherme 142  
LAPLACE-Gleichung 139–140  
LE CHATELIER, Prinzip von 94  
Leistung, elektrische 121  
Leitfähigkeit, elektrische 109  
Leitfähigkeit, molare 109

Leitfähigkeitskoeffizient 112  
Leitwert, elektrischer 109  
Löslichkeit, molare 104  
Löslichkeitsexponent 103  
Löslichkeitsprodukt 103–104

## M

magnetische Quantenzahl 33  
MARIOTTE, Gesetz von 49  
Massenanteil 86  
Massendefekt 25  
Massenkonzentration 84  
Massenwirkungsgesetz 91, 92–93  
MATTAUCH-Regel 25  
Membranpotenzial 117  
Metallgitter 57  
Meter, Definition 16  
Mischelemente 24  
Mischungskreuz 88  
Mol, Definition 17  
Molalität 87  
molare Masse 84  
molare Masse,  
Bestimmung 107  
Molekularität 127–128

## N

Nebenquantenzahl 32  
NERNST-EINSTEIN-Beziehung  
149  
NERNST-Faktor, Temperaturab-  
hängigkeit 116  
NERNST-NOYES-WHITNEY-  
Gleichung 150  
NERNSTsches Verteilungsgesetz  
104–105  
NEWTONSche Gleichung 144  
Normalität 85

Nukleonenzahl 22  
Nuklid 24  
Nuklide 23  
Nuklidkarte 40

## O

Oberflächenarbeit 137  
Oberflächenkonzentration 140  
Oberflächenspannung 137–140  
Oberflächenspannung, Kapillar-  
methode 139  
Oberflächenspannung, Lamellen-  
methode 139  
Oberflächenspannung, molare  
138  
osmotischer Druck 108  
OSTWALDSches Verdünnungs-  
gesetz 99, 113  
OSTWALD-Viskosimeter 144  
Oxidationszahl 38

## P

PAULI-Prinzip 34  
Periodensystem 8, 37–38  
Phase 46–47  
pH-Wert, Messung 118  
pH-Wert, allgemein 95–96  
pH-Wert, Berechnung 99–101  
Physisorption 141  
pK-Wert, Definition 92  
PLANCK-Beziehung 26  
pOH-Wert 95–96  
Potenzial, chemisches 81–82  
Prioritätsregeln 161  
Prozess, reversibler 65  
Prozessgröße 62  
Puffersysteme 102

**Q**

- Quantenzahlen 32–33
- Quantenzustände 33

**R**

- Radienverhältnis 57
- Radikale, Namen von 153
- Radioaktivität 41
- RAOULTSches Gesetz 106
- Reaktion 0. Ordnung 128–129
- Reaktion 1. Ordnung 129
- Reaktion 2. Ordnung 129–130
- Reaktion *n*. Ordnung 130
- Reaktionsenthalpie, Standard- 79
- Reaktionsentropie, Standard- 76
- Reaktionsgeschwindigkeit  
126–127
- Reaktionsgleichungen 89
- Reaktionsordnung 127, 131
- Reaktionsrichtung 80–81
- REDLICH-KWONG-Gleichung 55
- Reinelemente 24
- relative Molekülmasse 84
- RYDBERG-Konstante 30

**S**

- Säurekonstanten 97
- Säuren der Halogene 151
- Säuren des Phosphors 152
- Säuren des Schwefels 151
- Säuren des Stickstoffs 152
- Schmelzenthalpien 74–75
- Sekunde, Definition 17
- Siedepunktserhöhung 106–107
- Spinquantenzahl 33
- Stammsystem, organischer  
Verbindungen 156
- Standardbedingungen 50–51,  
63, 68

- stöchiometrische Berechnungen  
88
- Stoffausbeute 124
- Stoffmenge 83
- Stoffmengenanteil 86
- Stoffmengenkonzentration 84
- STOKES-EINSTEIN-Beziehung 148
- Stoßtheorie 134
- Stoßzahl 134
- Strahlungsarten 39
- Stromausbeute 124
- subatomare Teilchen 22
- Substituenten, organischer  
Verbindungen 156
- Systeme, thermodynamische 61

**T**

- Temperaturskalen 20
- TAFEL-Gleichung 123
- Teilordnung,  
Bestimmung 133–134
- TROUTONSche Regel 75

**U**

- Überspannung 123
- Überführungszahlen,  
HITTORF 113–114
- Umrechnungstabellen 20
- Umwandlungsgesetz 42

**V**

- VAN'T HOFF-Gleichung 93
- VAN-DER-WAALS-Gleichung 52
- VAN-DER-WAALS-Gleichung, kri-  
tische Daten 54
- VAN-DER-WAALS-Konstanten 53
- Verdampfungsenthalpien 74–75
- Verschiebungsgesetz 39
- Verschiebungsgesetz, 1. 39

- Verschiebungsgesetz, 2. 39
- Virialgleichung 54
- Virialkoeffizient, 2. 55
- Viskosität 146
- Viskosität kolloider Dispersionen 146
- Viskosität, Kapillarmethode 144
- Viskosität, kinematische 145
- Viskosität, Konzentrationsabhängigkeit 147
- Viskosität, relative 145–146
- Viskosität, spezifische 147
- Volumenänderungsarbeit 65
- Volumenanteil 86
- Volumenbruch 87
- Vorzeichenkonvention 63
- Zerfallsreihen, radioaktive 40
- Zersetzungsspannung 125
- Zustandsänderungen,
  - Definition 62
- Zustandsänderungen,
  - irreversible 71
- Zustandsänderungen,
  - reversible 71
- Zustandsdiagramm 47
- Zustandsgrößen 62

## W

- Wärme 65
- Wärmekapazität 66–67
- Wasserstoff,
  - Serienspektren 30–31

## Y

- YOUNG-Gleichung 138

## Z

- Zahlenwert 9
- Zellpolarisation 124
- Zellreaktion,
  - elektrische Arbeit 119
- Zellreaktion,
  - Gleichkonstante 119
- Zellreaktion,
  - Reaktionsenthalpie 120
- Zellreaktion,
  - Reaktionsentropie 120
- Zellspannung 125