

Michael Giese

Formelsammlung

Chemie und Physik



Prof. Dr. Michael Giese

Formelsammlung

Chemie und Physik

Chemielaboranten

Chemikanten

Chemisch-technische Assistenten

Bestell-Nr. 74499
ISBN 978-3-95863-237-0

2., überarbeitete Auflage 2017

© 2006 by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, Konstanz

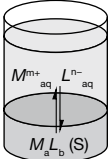
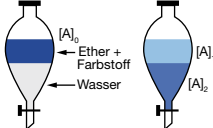
Alle Rechte, einschließlich der Fotokopie, Verfilmung, Wiedergabe durch Bild- und Tonträger jeder Art und des auszugsweisen Nachdrucks, vorbehalten. Nach dem Urheberrechtsgesetz ist die Vervielfältigung urheberrechtlich geschützter Werke oder von Teilen daraus auch für Zwecke von Unterricht und Ausbildung nicht gestattet, außer nach Einwilligung des Verlags und ggf. gegen Zahlung einer Gebühr für die Nutzung fremden geistigen Eigentums. Nach dem Urheberrechtsgesetz wird mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft, „wer in anderen als in den gesetzlich zugelassenen Fällen ohne Einwilligung des Berechtigten ein Werk vervielfältigt ...“

1	Allgemeines.....	7
	Das griechische Alphabet.....	7
	Präfixe	7
	Wichtige Konstanten und Festlegungen	7
	SI-Basisgrößen	8
	Wichtige abgeleitete physikalische und chemische Größen.....	8
2	Mathematische Grundlagen	10
	Umrechnung von Größen.....	12
3	Geometrie.....	13
4	Allgemeine physikalische Formeln	16
	Dichte	16
	Viskosität	16
	Potenzielle und kinetische Energie.....	16
	Temperatur	16
	Ausdehnung	16
	Dichten wichtiger Stoffe.....	17
	Viskosität von Flüssigkeiten	17
5	Mechanik.....	18
	Kräfte.....	18
	Drehmoment.....	19
	Hebel	19
	Schiefe Ebene	19
	Zug, Druck, Dehnung, Biegung, Torsion und Scherbeanspruchung.....	19
	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	21
	Einfache Maschinen	22
	Geschwindigkeit und Beschleunigung.....	22
	Bewegung	22
	Reibung	24
	Elastischer und unelastischer Stoß	24
	Periodendauer, Schwingungsdauer und Frequenz	24
	Kreisfrequenz.....	25
	Pendel	25
	Ausbreitungsgeschwindigkeit	25
	Doppler-Effekt	25
	Reibungszahlen.....	26
	Schallgeschwindigkeiten	26
6	Hydrostatik und Hydrodynamik.....	27
	Definition des Drucks	27
	Schweredruck	27
	Hydraulische Anlage.....	27
	Auftrieb	27
	Eintauchtiefe.....	27
	Volumenstrom.....	27
	Strömung.....	27
7	Gasgesetze	28
8	Thermodynamik.....	30
	0., 1., 2. Hauptsatz der Thermodynamik	30
	Molare Reaktionsenergie.....	30
	Molare Reaktionsenthalpie, molare Lösungsenthalpie und molare freie Enthalpie.....	30
	Born-Haber-Kreisprozess.....	32
	Thermodynamischer Wirkungsgrad	32
	Wärmemenge, Wärmeübertragung und Wärmekapazität	32
	Dampfdruckerniedrigung.....	33
	Clausius-Clapeyron-Gleichung	33
	Chemisches Potenzial	33
	Thermodynamische Daten verschiedener Stoffe	34
	Molare Gitterenthalpie	35
	Molare Hydratationsenthalpie	35
	Kryoskopische und ebullioskopische Konstanten	35

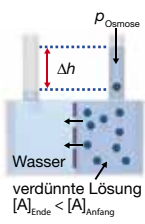
9	Elektrizitätslehre und Magnetismus	36
	Definition der Ladung	36
	Coulomb'sches Gesetz	36
	Definition der elektrischen Feldstärke	36
	Definition der elektrischen Spannung	36
	Ohm'sches Gesetz	36
	Elektrischer Widerstand	36
	Knotenpunktregel	37
	Reihenschaltung von Stromquellen.....	38
	Wheatstone'sche Brückenschaltung.....	38
	Elektrische Leistung und Arbeit.....	38
	Kapazität	38
	Kondensatoren	39
	Permeabilität	40
	Magnetisches Feld	40
	Induktion.....	41
	Hall-Spannung.....	41
	Spezifische elektrische Widerstände	42
	Dipolmomente	42
	Relative Permittivität.....	42
	Relative Permeabilität.....	42
	Austrittsarbeit der Elektronen aus reinen Metalloberflächen.....	42
	Hall-Konstanten.....	42
10	Optik	43
	Lichtbrechung.....	43
	Reflexion.....	43
	Polarimetrie	43
	Frequenz und Wellenzahl	43
	Bragg-Gesetz	43
	Elektromagnetisches Spektrum	45
	Lichtgeschwindigkeiten.....	45
	Brechzahlen.....	45
11	Quantenphysik.....	46
	Lichtquant.....	46
	Energiebilanz beim Fotoeffekt.....	46
	Auslöseenergie	46
	Compton-Effekt.....	46
	De-Broglie-Wellenlänge.....	46
	Unschärfe-Relationen.....	47
	Bohr'sche Frequenzbeziehung	47
	Moseley-Gesetz	47
	Spektrallinie für das Wasserstoffatom.....	47
12	Kernphysik und -chemie.....	48
	Halbwertszeiten.....	49
13	Grundlagen der Chemie: Allgemeines.....	50
	Stoffmenge	50
	Stöchiometrisches Rechnen	50
	Stoffmengenkonzentration	50
	Anteile (Stoffmenge, Masse, etc.).....	50
	Konzentration (Masse, Volumen).....	51
	Molalität	51
	Mischungskreuz	51
	Gravimetrischer Faktor.....	51
	Massenwirkungsgesetz	51
	Eigenschaften der chemischen Elemente.....	52
	Griechische Zahlwörter	53

14 Chemie der Lösungen	54
Aktivität	54
Löslichkeitsprodukt	54
pH-Wert	55
Dissoziationsgrad	56
Born'sche Gleichung	56
Diffusion	56
Massenanteil und Dichte von sauren und alkalischen Lösungen	57
Löslichkeitsprodukte	57
Löslichkeit von Gasen	58
Komplexzerfallskonstanten	58
Säure- und Basenkonstanten	59
Indikatoren	59
15 Elektrochemie	60
Elektrische Leitfähigkeit	60
Elektrochemisches Potenzial	60
Faraday'sche Gesetze	61
Elektrochemische Spannungsreihe	62
16 Reaktionskinetik	63
17 Grundlagen der Statistik für die analytische Chemie	65
18 Periodensystem der Elemente	66
Stichwortverzeichnis	70

14 Chemie der Lösungen

Skizze/Bemerkung	Formelzeichen	Größe/Bedeutung	Einheit	Formel
Aktivität	a f_a c	Aktivität Aktivitätskoeffizient Konzentration	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ – $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$a = f_a \cdot c$
mittlerer Aktivitätskoeffizient	γ γ_+ γ_-	Aktivitätskoeffizient Aktivitätskoeffizient Kation Aktivitätskoeffizient Anion	– – –	$\gamma = (\gamma_+ \cdot \gamma_-)^{\frac{1}{2}}$
Debye-Hückel-Grenzgesetz	γ z_+ z_- A I	Aktivitätskoeffizient Ionenladung Kation Ionenladung Anion Parameter, der von der Dielektrizitätskonstante des Lösemittels abhängt Ionenstärke	– – – $(\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})^{1/2}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\lg \gamma_{\pm} = -[z_+ z_-] \cdot A \cdot I^{\frac{1}{2}}$
Löslichkeitsprodukt 	K_L a, b M^{m+}, L^{n-} c	Löslichkeitsprodukt stöchiometrische Faktoren Gelöste Ionen der Verbindung $M_a L_b$ molare Konzentration	$\text{mol}^n \cdot \text{L}^{-n}$ – – $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	Für das Gleichgewicht $M_a L_b \rightleftharpoons a M^{m+} + b L^{n-}$ gilt: $K_L(M_a L_b) = c^a(M^{m+}) \cdot c^b(L^{n-})$
Löslichkeit	L K_L a, b	Löslichkeit Löslichkeitsprodukt stöchiometr. Faktoren	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol}^n \cdot \text{L}^{-n}$ –	$L(M_a N_b) = \sqrt[n]{\frac{K_L(M_a N_b)}{a^a \cdot b^b}}$
Komplexzerfallskonstante	K_D K_{St} c	Komplexdissoziationskonstante Komplexstabilitätskonstante molare Konzentration	$\text{mol}^n \cdot \text{L}^{-n}$ $\text{mol}^n \cdot \text{L}^{-n}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	Für das Gleichgewicht $[ML_x]^{n+} \rightleftharpoons M^{n+} + x : L$ gilt: Komplex Zentralteilchen Ligand $K_D = \frac{c(M) \cdot c^n(L)}{c(ML_n)}$ $K_D = \frac{1}{K_{St}}$ $pK_D = -\log K_D = \log K_{St}$
Verteilung zwischen zwei Flüssigkeiten (Nernst'sches Verteilungsgesetz) 	K	Nernst'scher Verteilungskoeffizient Steht ein Stoff A mit zwei flüssigen Phasen im Kontakt, so wird er sich in diesen in unterschiedlichem Maße lösen und verteilen.	–	$K = \frac{[A]_1}{[A]_2}$

Skizze/Bemerkung	Formelzeichen	Größe/Bedeutung	Einheit	Formel
Definition des pH-Werts	Der pH-Wert ist als der negative dekadische Logarithmus der Konzentration der im Wasser dissoziierten Säure definiert. Der pOH-Wert gilt dementsprechend für Basen. $\text{pH} = -\lg c_A$ Zwischen pH- und pOH-Wert gilt die folgende Beziehung: $\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_W$ Unter Normalbedingungen bedeutet dies: $\text{pH} + \text{pOH} = 14$			
Ionenprodukt des Wassers	K_W	Ionenprodukt des Wassers	$\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$	$K_W = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ $\text{p}K_W = \text{pH} + \text{pOH} = 14$
Säurestärke	$\text{p}K_S$ K_S	Säurestärke Säurekonstante	– $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\text{p}K_S = -\lg K_S = -\lg \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{S}^-]}{[\text{HS}]}$
Basenstärke	$\text{p}K_B$ K_B	Basenstärke Basenkonstante	– $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\text{p}K_B = -\lg K_B = -\lg \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{HB}^+]}{[\text{B}]}$
Berechnung des pH-Werts	$c(\text{H}_3\text{O}^+)$ K_S $c_0(\text{HA})$ K_W	Konzentration der Protonen Säurekonstante Ausgangskonzentration der Säure (HA) Ionenprod. des Wassers	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$	<div> <div> Säurestärke Stark Mittelstark Schwach Sehr schwach </div> <div> K_S-Wert $K_S > 10$ 10^{-4} $10^{-4} - 10^{-11}$ $10^{-11} - 10^{-15}$ </div> <div> Formel zum Berechnen des pH-Werts $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c_0(\text{HA})$ $\text{pH} = -\log c_0(\text{HA})$ $c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\frac{K_S}{2} + \sqrt{\left(\frac{K_S}{2}\right)^2 + K_S c_0(\text{HA})}$ $c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_A c_0(\text{HA})}$ $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_S - \log c_0(\text{HA}))$ $c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_W + K_S c_0(\text{HA})}$ </div> </div>
pH-Wert von Pufferlösungen (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)	$c(\text{A}^-)$ $c(\text{HA})$	Stoffmengenkonzentration des Säureanions Ausgangskonzentration der Säure (HA)	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\text{pH} = \text{p}K_S + \lg \frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$ $\text{pH} = \text{p}K_S + \lg \frac{[\text{X}^-]}{[\text{HX}]}$
Vorgehensweise bei der Berechnung <div> <div> Zugabe einer starken Säure Neutralisation $\text{X}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{HX} + \text{H}_2\text{O}$ </div> <div> Zugabe einer starken Base Neutralisation $\text{HX} + \text{OH}^- \rightarrow \text{X}^- + \text{H}_2\text{O}$ </div> <div> Puffer mit HX und X⁻ </div> <div> vollständiger Umsatz angenommen </div> <div> Stöchiometrische Berechnung </div> <div> Neuberechnung von [HX] und [X⁻] </div> <div> Gleichgewichtsberechnung </div> <div> Berechnung von [H⁺] aus K_S, [HX] und [X⁻] </div> <div> pH </div> </div>				

Skizze/Bemerkung	Formelzeichen	Größe/Bedeutung	Einheit	Formel
Dissoziationsgrad	α_S $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ $c_0(\text{HA})$ α_B $c(\text{OH}^-)$ $c_0(\text{B})$	Protolysegrad der Säure Stoffmengenkonzentration der Protonen Ausgangskonzentration der Säure (HA) Protolysegrad der Base Stoffmengenkonzentration der Hydroxid-Ionen Ausgangskonzentration der Base (B)	– $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ – $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\alpha_S = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+)}{c_0(\text{HA})}$ $\alpha_B = \frac{c(\text{OH}^-)}{c_0(\text{B})}$
Ostwald'sches Verdünnungsgesetz	K_S α_S $c_0(\text{HA})$ K_B α_B $c_0(\text{B})$	Säurekonstante Protolysegrad der Säure Ausgangskonzentration der Säure (HA) Basenkonstante Protolysegrad der Base Ausgangskonzentration der Base (B)	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ – $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ – $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	für eine Säure: $K_S = \frac{\alpha_S^2}{1 - \alpha_S} \cdot c_0(\text{HA})$ für eine Base: $K_B = \frac{\alpha_B^2}{1 - \alpha_B} \cdot c_0(\text{B})$
Born'sche Gleichung	$\Delta_{\text{Solv}}G_0$ z e N_A ϵ_0 r ϵ	freie Solvationsenthalpie Ionenladung Elementarladung Avogadro-Konstante elektrische Feldkonstante Radius Permittivitätszahl	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ – C mol^{-1} $\text{F} \cdot \text{m}^{-1}$ m –	$\Delta_{\text{Solv}}G_0 = -\frac{z^2 \cdot e^2 \cdot N_A}{8\pi \cdot \epsilon_0 \cdot r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$
Diffusionspotenzial	E_D R T z F $c(\text{Ion})_1$ $c(\text{Ion})_2$	Diffusionspotenzial universelle Gaskonstante Temperatur Wertigkeit der Ionen Faraday-Konstante Ionenkonzentration der Lösung 1 Ionenkonzentration der Lösung 2	V $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ K – $\text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$E_D = \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \frac{c(\text{Ion})_1}{c(\text{Ion})_2}$
Osmose (Van't Hoff'sches Gesetz) 	p_{Osmose} z R T	osmotischer Druck Anzahl Teilchen, in die Stoff A in Wasser dissoziiert (wichtig bei Salzen) universelle Gaskonstante Temperatur	Pa – $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ K	$p_{\text{Osmose}} = z \cdot [A] \cdot R \cdot T$

Massenanteil und Dichte von sauren und alkalischen Lösungen						
Lösung	verdünnte Lösung *gesättigt bei 20 °C			konzentrierte Lösung		
	Massenanteil in %	Dichte bei 20 °C in g · cm ⁻³	Stoffmengen- konzentration in mol · L ⁻¹	Massenanteil in %	Dichte bei 20 °C in g · cm ⁻³	Stoffmengen- konzentration in mol · L ⁻¹
Salzsäure	7	1,033	2	37	1,18	12
Schwefelsäure	9	1,059	1	96	1,84	17,97
Salpetersäure	12	1,066	2	65	1,39	14,35
Phosphorsäure	10	1,05	1,1	85	1,69	14,65
Essigsäure	12	1,015	2	98	1,05	17,22
Natronlauge	8	1,087	2,2	32	1,35	10,79
Kalilauge	11	1,1	2,2	27	1,26	6,12
Kalkwasser	0,12*	1,001*	0,017*	–	–	–
Barytwasser	1,8	1,04*	0,11	–	–	–
Ammoniaklösung	3	0,987	1,7	25	0,91	13,35

Löslichkeitsprodukte bei 25 °C			
Name des Stoffes	Formel	Löslichkeitsprodukt mol ³ /L ³	pK _L
Aluminiumhydroxid	Al(OH) ₃	1,0 · 10 ⁻³³	33,0
Bariumcarbonat	BaCO ₃	8,1 · 10 ⁻⁹	8,1
Bariumhydroxid	Ba(OH) ₂	4,3 · 10 ⁻³	2,4
Bariumphosphat	Ba ₃ (PO ₄) ₂	6,0 · 10 ⁻³⁸	37,2
Bariumsulfat	BaSO ₄	1,0 · 10 ⁻¹⁰	10,0
Bismut(III)-sulfid	Bi ₂ S ₃	1,6 · 10 ⁻⁷²	71,8
Blei(II)-carbonat	PbCO ₃	3,3 · 10 ⁻¹⁴	13,5
Blei(II)-chlorid	PbCl ₂	2,0 · 10 ⁻⁶	4,7
Bleihydroxid	Pb(OH) ₂	2,8 · 10 ⁻¹⁶	15,55
Blei(II)-iodid	PbI ₂	8,7 · 10 ⁻⁹	8,1
Blei(II)-sulfid	PbS	3,4 · 10 ⁻²⁸	27,5
Blei(II)-sulfat	PbSO ₄	1,5 · 10 ⁻⁸	7,8
Cadmiumcarbonat	CdCO ₃	2,5 · 10 ⁻¹⁴	13,6
Cadmiumhydroxid	Cd(OH) ₂	1,2 · 10 ⁻¹⁴	13,9
Cadmiumsulfid	CdS	1,0 · 10 ⁻²⁹	29,0
Calciumcarbonat	CaCO ₂	4,8 · 10 ⁻⁹	8,3
Calciumhydroxid	Ca(OH) ₂	5,5 · 10 ⁻⁶	5,3
Calciumoxalat	Ca(COO) ₂	2,6 · 10 ⁻⁹	8,6
Calciumphosphat	Ca ₃ (PO ₄) ₂	1,0 · 10 ⁻²⁵	25,0
Calciumsulfat	CaSO ₄	6,1 · 10 ⁻⁵	4,2
Eisen(II)-hydroxid	Fe(OH) ₂	4,8 · 10 ⁻¹⁶	15,3
Eisen(III)-hydroxid	Fe(OH) ₃	3,8 · 10 ⁻³⁸	37,4
Eisen(II)-phosphat	Fe ₃ (PO ₄) ₂	1,0 · 10 ⁻³⁶	36,0
Eisen(III)-phosphat	FePO ₄	4,0 · 10 ⁻²⁷	26,4
Eisen(II)-sulfid	FeS	5,0 · 10 ⁻¹⁸	17,3
Kupfer(I)-chlorid	CuCl	1,0 · 10 ⁻⁶	6,0
Kupfer(II)-sulfid	CuS	8,0 · 10 ⁻⁴⁵	44,1
Magnesiumcarbonat	MgCO ₃	2,6 · 10 ⁻⁵	4,6
Magnesiumhydroxid	Mg(OH) ₂	2,6 · 10 ⁻¹²	11,6
Magnesiumphosphat	Mg ₃ (PO ₄) ₂	6,0 · 10 ⁻²³	22,2
Manganhydroxid	Mn(OH) ₂	4,0 · 10 ⁻¹⁴	13,4
Nickel(II)-hydroxid	Ni(OH) ₂	1,6 · 10 ⁻¹⁴	13,8
Nickelsulfid	NiS	1,0 · 10 ⁻²⁶	26,0
Quecksilber(I)-chlorid	HgCl	2,0 · 10 ⁻¹⁸	17,7
Quecksilber(II)-sulfid	HgS	1,0 · 10 ⁻⁵²	52,0

A

Abhängigkeit des Widerstands von der Temperatur 37
 Absoluter Nullpunkt 7
 Addieren von Kräften 18
 Adsorption an Oberflächen 29
 Adsorptionsisotherme 29
 Aktivität 54
 Aktivität eines Radionuklids 48
 Änderung der inneren Energie 30
 Äquivalentdosis 48
 Arbeit 20f., 38
 Archimedisches Prinzip 27
 Arithmetischer Mittelwert 65
 Arrhenius-Gleichung 63
 Assoziativgesetz 10
 Atomare Masseneinheit 7, 48
 Auflösen von Klammern 10
 Auftrieb 27
 Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle 25
 Auslöseenergie 46
 Austrittsarbeit 42
 Avogadro-Konstante 7
 Avogadrozahl 7

B

Basenkonstante 59
 Beleuchtungsstärke 9
 Berechnung des pH-Werts 55
 Beschleunigung 8, 22
 Bewegung 22
 – gleichförmig 22
 – gleichförmig beschleunigt 22
 Biegung 20
 Binomische Formeln 10
 Bohr'sche Frequenzbeziehung 47
 Boltzmann-Konstante 7
 Born'sche Gleichung 56
 Born-Haber-Kreisprozess 32
 Bragg-Gesetz 43
 Brechungsgesetz 43
 Brechzahl 43
 Brechzahlen von verschiedenen Medien 45
 Brüche 10
 Brückenschaltung 38

C

Carnot-Prozess 32
 Chemie der Lösungen 54ff.
 Clapeyron-Gleichung 33
 Clausius-Clapeyron-Gleichung 33
 Compton-Effekt 46
 Coulomb'sches Gesetz 36

D

Dampfdruckerniedrigung 33
 Debye-Hückel-Grenzgesetz 54
 De-Broglie-Wellenlänge 46
 Dehnung 20
 Dichte 9, 16
 Dichten: Feste Stoffe 17

Dichten: Flüssigkeiten 17

Dichten: Gase 17
 Diffusionspotenzial 56
 Dipolmomente 42
 Dissoziationsgrad 56
 Distributivgesetz 10
 Doppler-Effekt 25
 Dosis 9
 Drehmoment 19
 Dreieck 13
 Druck 8, 19, 27
 Druck-Volumen-Gesetz 29

E

Ebener Winkel 8
 Ebullioskopische Konstanten 35
 Eigenschaften der chemischen Elemente 52
 Einfache Maschinen 21
 – Faktorenflaschenzug 22
 – Feste Rolle 21
 – Lose Rolle 22
 – Winde 22
 Einseitiger Hebel 19
 Eintauchtiefe 27
 Elastischer Stoß 24
 Elektrische Arbeit 38
 Elektrische Feldstärke 9, 36
 Elektrische Kapazität 9
 Elektrische Ladung 9, 36
 Elektrische Leistung 38
 Elektrische Leitfähigkeit 60
 Elektrische Spannung 8, 36
 Elektrischer Leitwert 9
 Elektrischer Widerstand 9, 36f.
 Elektrochemie 60ff.
 Elektrochemische Spannungsreihe 62
 Elektromagnetisches Spektrum 45
 Elementarladung 7
 Ellipse 14
 Energie 8, 16
 Energiebilanz beim Fotoeffekt 46
 Energiedosis 48
 Energie-Zeit-Unschärfe-Relation 47
 Erdbeschleunigung 7
 Erster Hauptsatz der Thermodynamik 30

F

Faktorenflaschenzug 22
 Fadenpendel 25
 Faraday'sche Gesetze 61
 Faraday'sche Konstante 7
 Farbumschläge von Indikatoren 59
 Federpendel 25
 Feste Rolle 21
 Fläche 9
 Flächenausdehnung 17
 Fliehkraft 23
 Fotoeffekt 46
 Freier Fall 23
 Frequenz 8, 25, 43

G

Galvanische Zelle 60f.
 Gasgesetze 28ff.
 Gauß-Verteilung 65
 Geometrie 13ff.
 Gesamtwirkungsgrad 21
 Geschwindigkeit 8, 22
 Geschwindigkeit von Reaktionen 63f.
 Gesetz von Amontons 28
 Gesetz von Boyle und Mariotte 28
 Gesetz von Gay-Lussac 28
 Gewichtskraft 18
 Gitterenthalpie 32
 Gleichgewichtskonstante 63
 Gravimetrischer Faktor 51
 Gravitationskonstante 7
 Gravitationskraft 18
 Grenzwinkel der Totalreflexion 43
 Griechische Zahlwörter 53
 Griechisches Alphabet 7
 Grundlagen der Statistik 65

H

Halbwertszeit 49
 Hall-Konstanten 42
 Hall-Spannung 41
 Hauptsätze der Thermodynamik 30
 Hebel 19
 Heisenberg'sche Unschärfe 47
 Henderson-Hasselbalch-Gleichung 55
 Hess, Satz von 31
 Hooke'sches Gesetz 25
 Hydratisierung von Ionen 31
 Hydraulische Anlage 27
 Hydrostatik und Hydrodynamik 27ff.

I

Ideale Gasgleichung 28
 Impuls 9
 Indikatoren 59
 Induktion 41
 Induktion der Bewegung 41
 Induktivität 9
 Induktivität einer Spule 41
 Innere Energie des idealen Gases 29
 Ionenbeweglichkeit 60
 Ionendosis 48
 Ionenprodukt des Wassers 7, 55
 Ionenstärke 60
 Isobare Zustandsänderung 28
 Isochore Zustandsänderung 28
 Isotherme Zustandsänderung 28

K

Kalorimetrische Grundgleichung 31
 Kapazität 38
 Kegel 15
 Kernbindungsenergie 48
 Kernphysik und -chemie 48f.
 Kinetische Energie 16
 Knotenpunktregel 37
 Kohlrusch'ses Quadratwurzelgesetz 60
 Kommutativgesetz 10