

Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Michael Giese

Formelsammlung

Chemie und Physik



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

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 ...“

Inhaltsverzeichnis

	Seite
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

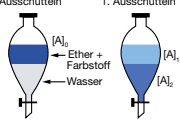
Inhaltsverzeichnis

	Seite
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
Molarität	51
Mischungskreuz	51
Gravimetrischer Faktor	51
Massenwirkungsgesetz	51
Eigenschaften der chemischen Elemente	52
Griechische Zahlwörter	53

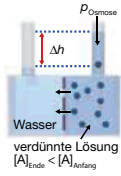
Inhaltsverzeichnis

	Seite
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
Komplexezerfallskonstanten	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	– – – $(\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})^{\frac{1}{2}}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\lg \gamma_{\pm} = -[z_+ z_-] \cdot A \cdot I^{\frac{1}{2}}$
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	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol}^n \cdot \text{L}^{-n}$ –	$L(M_a N_b) = a + b \sqrt[n]{\frac{K_L(M_a N_b)}{a^a \cdot b^b}}$
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	–	$K = \frac{[A]_l}{[A]_u}$ Steht ein Stoff A mit zwei flüssigen Phasen im Kontakt, so wird er sich in diesen in unterschiedlichem Maße lösen und verteilen.

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. $pH = -\lg c_A$ Zwischen pH- und pOH-Wert gilt die folgende Beziehung: $pH + pOH = pK_w$ Unter Normalbedingungen bedeutet dies: $pH + pOH = 14$																	
Ionenprodukt des Wassers	K_w	Ionenprodukt des Wassers	$\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$	$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ $pK_w = pH + pOH = 14$															
Säurestärke	pK_S K_S	Säurestärke Säurekonstante	- $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$pK_S = -\lg K_S = -\lg \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{S}^-]}{[\text{HS}]}$															
Basenstärke	pK_B K_B	Basenstärke Basenkonstante	- $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$pK_B = -\lg K_B = -\lg \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{HB}^+]}{[\text{B}]}$															
Berechnung des pH-Werts	$c(\text{H}_3\text{O}^+)$ K_S $c_0(\text{HA})$ K_w	Konzentr. der Protonen Säurekonstante Ausgangskonzentration der Säure (HA) Ionenprod. des Wassers	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$	<table><tr><th>Säurestärke</th><th>K_S-Wert</th><th>Formel zum Berechnen des pH-Werts</th></tr><tr><td>Stark</td><td>$K_S > 10$</td><td>$c(\text{H}_3\text{O}^+) = c_0(\text{HA})$ $pH = -\log c_0(\text{HA})$</td></tr><tr><td>Mittelstark</td><td>10^{-4}</td><td>$c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\frac{K_S}{2} + \sqrt{\left(\frac{K_S}{2}\right)^2 + K_S c_0(\text{HA})}$</td></tr><tr><td>Schwach</td><td>$10^{-4} \sim 10^{-11}$</td><td>$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_A c_0(\text{HA})}$ $pH = \frac{1}{2}(pK_S - \log c_0(\text{HA}))$</td></tr><tr><td>Sehr schwach</td><td>$10^{-11} \sim 10^{-15}$</td><td>$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_w + K_S c_0(\text{HA})}$</td></tr></table>	Säurestärke	K_S -Wert	Formel zum Berechnen des pH-Werts	Stark	$K_S > 10$	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = c_0(\text{HA})$ $pH = -\log c_0(\text{HA})$	Mittelstark	10^{-4}	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\frac{K_S}{2} + \sqrt{\left(\frac{K_S}{2}\right)^2 + K_S c_0(\text{HA})}$	Schwach	$10^{-4} \sim 10^{-11}$	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_A c_0(\text{HA})}$ $pH = \frac{1}{2}(pK_S - \log c_0(\text{HA}))$	Sehr schwach	$10^{-11} \sim 10^{-15}$	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_w + K_S c_0(\text{HA})}$
Säurestärke	K_S -Wert	Formel zum Berechnen des pH-Werts																	
Stark	$K_S > 10$	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = c_0(\text{HA})$ $pH = -\log c_0(\text{HA})$																	
Mittelstark	10^{-4}	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\frac{K_S}{2} + \sqrt{\left(\frac{K_S}{2}\right)^2 + K_S c_0(\text{HA})}$																	
Schwach	$10^{-4} \sim 10^{-11}$	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_A c_0(\text{HA})}$ $pH = \frac{1}{2}(pK_S - \log c_0(\text{HA}))$																	
Sehr schwach	$10^{-11} \sim 10^{-15}$	$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{K_w + K_S c_0(\text{HA})}$																	
pH-Wert von Pufferlösungen (Henderson-Hasselbatch-Gleichung)	$c(\text{A}^-)$ $c(\text{HA})$	Stoffmengenkonzentration des Säureanions Ausgangskonzentration der Säure (HA)	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$pH = pK_S + \lg \frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$															
Vorgehensweise bei der Berechnung																			
Zugabe einer starken Säure Puffer mit HX und X⁻ Zugabe einer starken Base Neutralisation $\text{X}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{HX} + \text{H}_2\text{O}$ Neutralisation $\text{HX} + \text{OH}^- \rightarrow \text{X}^- + \text{H}_2\text{O}$ vollständiger Umsatz angenommen Stöchiometrische Berechnung Neuberechnung von [HX] und [X⁻] Gleichgewichtsberechnung $pH = pK_S + \lg \frac{[\text{X}^-]}{[\text{HX}]}$ pH																			

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	$\Delta_{\text{Sol}}G_0$ 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 –	$\Delta_{\text{Sol}}G_0 = -\frac{z^2 \cdot e^2 \cdot N_A}{8\pi \cdot \epsilon_0 \cdot r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$
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 – C · mol ⁻¹ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$E_D = \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \ln \frac{c(\text{Ion})_1}{c(\text{Ion})_2}$
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
Kallilauge	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 ² /L ⁿ	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 ⁻⁵	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 ₃	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
 – Faktorenfläschenzug 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

Faktorenfläschenzug 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
 Kohlrach'ses Quadratwurzelgesetz 60
 Kommutativgesetz 10