

1 Allgemeines

1.1 Konstanten

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (1.1)$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (1.2)$$

$$e = 1,602\,177\,3 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad (1.3)$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{Vm}} \quad (1.4)$$

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \quad (1.5)$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \quad (1.6)$$

$$u = 1,660\,54 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (1.7)$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \quad (1.8)$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \quad (1.9)$$

$$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (1.10)$$

$$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (1.11)$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \quad (1.12)$$

1.2 Einheiten

$$[W] = 1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ VAs} \quad (1.13)$$

$$[F] = 1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \quad (1.14)$$

$$[Q] = 1 \text{ C} = 1 \text{ As} \quad (1.15)$$

$$[R] = 1 \Omega = 1 \frac{\text{V}}{\text{A}} \quad (1.16)$$

$$[C] = 1 \text{ F} = 1 \frac{\text{C}}{\text{V}} \quad (1.17)$$

$$[B] = 1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{Am}} \quad (1.18)$$

$$[L] = 1 \text{ H} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{A}} \quad (1.19)$$

$$[E] = 1 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 1 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (1.20)$$

$$[\Phi] = 1 \text{ T m}^2 = 1 \text{ Vs} \quad (1.21)$$

$$[\sigma] = 1 \frac{\text{C}}{\text{m}^2} \quad (1.22)$$

$$[f] = 1 \frac{1}{\text{s}} = 1 \text{ Hz} \quad (1.23)$$

1.3 Einheitenpräfixe

T	G	M	k	h	da	
10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1	10^0
	d	c	m	μ	n	p
10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}

1.4 Griechische Buchstaben

α, A	Alpha	β, B	Beta	γ, Γ	Gamma
δ, Δ	Delta	ϵ, E	Epsilon	ζ, Z	Zeta
η, H	Eta	ϑ, Θ	Theta	ι, I	Iota
κ, K	Kappa	λ, L	Lambda	μ, M	My
ν, N	Ny	ξ, Ξ	Xi	\omicron, O	Omikron
π, Π	Pi	ρ, R	Rho	σ, Σ	Sigma
τ, T	Tau	υ, Y	Ypsilon	φ, Φ	Phi
χ, X	Chi	ψ, Ψ	Psi	ω, Ω	Omega

1.5 Mathematik

1.5.1 Kreisfläche

$$A = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \quad (1.24)$$

1.5.2 Kugelvolumen

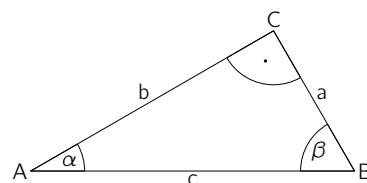
$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \quad (1.25)$$

1.5.3 pq-Formel

$$x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q} \quad (1.26)$$

mit $0 = x^2 + p \cdot x + q$

1.5.4 Trigonometrische Beziehungen



$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} \quad (1.27)$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} \quad (1.28)$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} \quad (1.29)$$

2 Mechanik

2.1 Geradlinige, gleichförmige Bewegung

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (2.1)$$

2.2 Geradlinige, gleichmäßig beschleunigte Bewegung

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2.2)$$

$$\Delta s = \frac{(v_2 + v_1) \cdot \Delta t}{2} \quad (2.3)$$

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0 \quad (2.4)$$

2.3 Grundgleichung der Mechanik (Newtons Grundgesetz)

$$F = m \cdot a \quad (2.5)$$

2.4 Gewichtskraft

$$F_G = m \cdot g \quad (2.6)$$

2.5 Hookesches Gesetz

$$F = D \cdot s \quad (2.7)$$

2.6 Schiefe Ebene

$$F_H = F_G \cdot \sin \alpha \quad (2.8)$$

$$F_N = F_G \cdot \cos \alpha \quad (2.9)$$

2.7 Reibung

$$F_h > F_{gl} > F_{roll} \quad (2.10)$$

$$F_{gl} = f_{gl} \cdot F_N \quad (2.11)$$

$$F_{h,max} = f_h \cdot F_N \quad (2.12)$$

2.8 Bremsverzögerung

$$|a| = f_{gl} \cdot g \quad (2.13)$$

$$|a| = f_h \cdot g \quad (2.14)$$

2.9 Zentripetalkraft

$$F_z = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad (2.15)$$

2.10 Energieerhaltung

$$W_L + W_B + W_{Sp} = \text{konst.} \quad (2.16)$$

$$W_L = m \cdot g \cdot h \quad (2.17)$$

$$W_B = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (2.18)$$

$$W_{Sp} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2 \quad (2.19)$$

2.11 Energie / Arbeit

$$W = F_s \cdot s \quad (2.20)$$

2.12 Leistung

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (2.21)$$

2.13 Impuls

$$p = m \cdot v \quad (2.22)$$

2.14 Impulserhaltung

$$m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2 = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 \quad (2.23)$$

3 Elektrische und magnetische Felder

3.1 Stromstärke

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (3.1)$$

$$I = \frac{n \cdot e \cdot v}{\Delta s} \quad (3.2)$$

3.2 Elektrische Feldstärke

$$E = \frac{F}{q} \quad (3.3)$$

3.3 Bifilares Plättchen im elektrischen Feld

$$F = F_G \cdot \frac{s}{h} \quad (3.4)$$

$$F \approx F_G \cdot \frac{s}{\ell} \quad (3.5)$$

3.4 Elektrische Spannung

$$U = \frac{W}{q} \quad (3.6)$$

$$U = E \cdot d \quad (3.7)$$

3.5 Ohmsches Gesetz

$$U = R \cdot I \quad (3.8)$$

3.6 Spezifischer Widerstand

$$R = \varrho \cdot \frac{\ell}{A} \quad (3.9)$$

3.7 Elektrische Energie

$$W = U \cdot I \cdot t \quad (3.10)$$

3.8 Elektrische Leistung

$$P = \frac{W}{t} = U \cdot I \quad (3.11)$$

3.9 Reihenschaltung von Widerständen

$$U = U_1 + U_2 \quad (3.12)$$

$$I = I_1 = I_2 \quad (3.13)$$

$$R = R_1 + R_2 \quad (3.14)$$

3.10 Parallelschaltung von Widerständen

$$U = U_1 = U_2 \quad (3.15)$$

$$I = I_1 + I_2 \quad (3.16)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (3.17)$$

3.11 Elektrisches Potential

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \quad (3.18)$$

3.12 Flächenladungsdichte

$$\sigma = \frac{Q}{A} \quad (3.19)$$

$$\sigma = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot E \quad (3.20)$$

3.13 Coulomb-Gesetz

$$F = q \cdot E = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} \quad (3.21)$$

3.14 Coulomb-Potential

$$\varphi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} \quad (3.22)$$

$$W_{12} = \frac{Q \cdot q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (3.23)$$

$$U_{12} = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (3.24)$$

3.15 Kondensatoren

$$C = \frac{Q}{U} \quad (3.25)$$

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d} \quad (3.26)$$

3.16 Kugelkondensator

$$C = \frac{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} \quad (3.27)$$

3.17 Reihenschaltung von Kondensatoren

$$Q = Q_1 = Q_2 \quad (3.28)$$

$$U = U_1 + U_2 \quad (3.29)$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (3.30)$$

3.18 Parallelschaltung von Kondensatoren

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (3.31)$$

$$U = U_1 = U_2 \quad (3.32)$$

$$C = C_1 + C_2 \quad (3.33)$$

3.19 Kondensatorentladung

$$T_H = 0,69 \cdot R \cdot C \quad (3.34)$$

$$U(t) = U_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_H}} \quad (3.35)$$

$$Q(t) = Q_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_H}} \quad (3.36)$$

$$I(t) = I_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_H}} \quad (3.37)$$

3.20 Energie eines geladenen Kondensators

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \quad (3.38)$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E^2 \cdot V \quad (3.39)$$

3.21 Räumliche Dichte der elektrischen Energie

$$\varrho_{el} = \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E^2 \quad (3.40)$$

3.22 Anziehungskraft zwischen zwei Kondensatorplatten

$$F = \frac{\Delta W}{\Delta s} \quad (3.41)$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E^2 \cdot A \quad (3.42)$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{U^2}{d^2} \cdot A \quad (3.43)$$

3.23 Magnetische Flussdichte

$$B = \frac{F}{I \cdot s} \quad (3.44)$$

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{n}{\ell} \cdot I \quad (3.45)$$

$$\mu_r = \frac{B_m}{B_0} \quad (3.46)$$

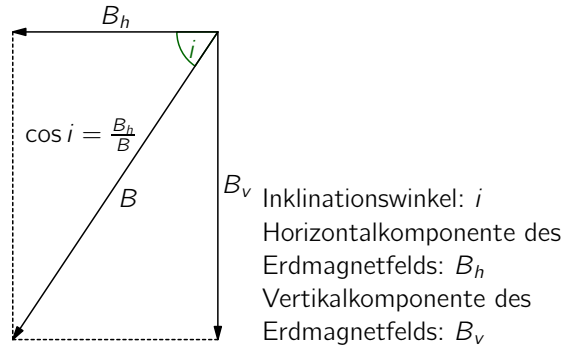
3.24 Lorentzkraft

$$F_L = Q \cdot v_s \cdot B \quad (3.47)$$

3.25 Hall-Spannung

$$U_H = B \cdot v_s \cdot h \quad (3.48)$$

3.26 Magnetfeld der Erde



3.27 Ladungen im Magnetfeld

$$r = \frac{v_s \cdot m}{B \cdot q} \quad (3.49)$$

3.28 Magnetische Induktion

Anzahl der Leiterschleifen: n

A_s ist die senkrecht von den Feldlinien durchsetzte Fläche. Sie ist mit Hilfe der trigonometrischen Funktionen aus A berechenbar.

3.28.1 durch Leiterbewegung

$$U_{ind} = n \cdot B \cdot d \cdot v_s \quad (3.50)$$

3.28.2 durch Flächenänderung

$$U_{ind} = n \cdot B \cdot d \cdot v_s = n \cdot B \cdot \frac{\Delta A_s}{\Delta t} \quad (3.51)$$

3.28.3 durch Drehung

$$U_{ind} = n \cdot B \cdot \frac{\Delta A_s}{\Delta t} \quad (3.52)$$

3.28.4 durch Flussdichteänderung

$$U_{ind} = n \cdot A_s \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad (3.53)$$

3.28.5 durch Änderung des magnetischen Flusses

$$U_{ind}(t) = n \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (3.54)$$

3.28.6 Momentanspannung für $\Delta t \rightarrow 0$

$$U_{ind}(t) = n \cdot \dot{\Phi}(t) \quad (3.55)$$

3.29 Magnetischer Fluss

$$\Phi = B \cdot A_s \quad (3.56)$$

3.30 Selbstinduktion einer Spule

$$U_{ind}(t) = -n \cdot \dot{\Phi}(t) = -L \cdot \dot{I}(t) \quad (3.57)$$

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot n^2 \cdot \frac{A}{\ell} \quad (3.58)$$

4 Schwingungen und Wellen

$$f = \frac{n}{t} = \frac{1}{T} \quad (4.1)$$

4.1 Harmonische Schwingung

φ = Phasenwinkel, $360^\circ \hat{=} 2\pi$

4.1.1 Winkelgeschwindigkeit ω

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (4.2)$$

4.1.2 Elongation s

$$s = r \cdot \sin \varphi \quad \hat{s} = r \quad (4.3)$$

4.1.3 Zeit-Weg-Gesetz

$$s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (4.4)$$

4.1.4 Zeit-Geschwindigkeits-Gesetz

$$v(t) = \omega \cdot \hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad (4.5)$$

4.1.5 Zeit-Beschleunigungs-Gesetz

$$a(t) = -\omega^2 \cdot \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (4.6)$$

$$a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{s}(t) \quad (4.7)$$

4.1.6 Elongations-Kraft-Gesetz

(Bedingung für harmonische Schwingung)

$$F = -D \cdot s \quad (4.8)$$

mit Richtgröße D

$$D = m \cdot \omega^2 \quad (4.9)$$

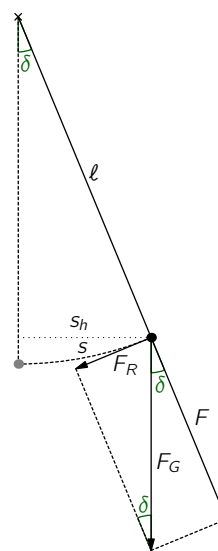
liefert die Periodendauer

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}} \quad (4.10)$$

4.1.7 Energie einer ungedämpften harmonischen Schwingung

$$\begin{aligned} W &= W_{Elong} + W_B \\ &= \frac{1}{2} D \cdot s^2 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \text{konst.} \end{aligned} \quad (4.11)$$

4.1.8 Schwingung des Fadenpendels



Auslenkung des Pendels: s

$$s = \ell \cdot \delta \quad (4.12)$$

$$\sin \delta = \frac{s_h}{\ell} \approx \frac{s}{\ell} \quad (4.13)$$

$$\sin \delta = \frac{F_R}{F_G} \quad (4.14)$$

$$F_R = \frac{m \cdot g \cdot s}{\ell} \quad (4.15)$$

$$D = \frac{m \cdot g}{\ell} \quad (4.16)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (4.17)$$

4.1.9 Elektromagnetischer Schwingkreis

$$Q = \hat{Q} \cos(\omega \cdot t) \quad (4.18)$$

$$U = \hat{U} \cos(\omega \cdot t) \quad (4.19)$$

$$I = -\hat{I} \sin(\omega \cdot t) \quad (4.20)$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \quad (4.21)$$

$$\hat{I} = \frac{\hat{U} \cdot C}{\sqrt{L \cdot C}} \quad (4.22)$$

$$T = 2\pi \sqrt{L \cdot C} \quad (4.23)$$

4.1.10 Resonanzbedingung

$$f = f_0 \quad \text{mit} \quad \varphi = \frac{\pi}{2} \quad (4.24)$$

4.1.11 Eigenschwingungen zwischen zwei festen Enden

$$\ell = k \cdot \frac{\lambda_k}{2} \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (4.25)$$

$$f_k = k \cdot \frac{c}{2 \cdot \ell} = k \cdot f_1 \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (4.26)$$

4.2 Ausbreitungsgeschwindigkeit

$$c = \frac{\lambda}{T} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lambda \cdot f \quad (4.27)$$

4.3 Wellengleichung

$$s(t, x) = \hat{s} \cdot \sin \left[\omega \left(t - \frac{x}{c} \right) \right] \quad (4.28)$$

$$s(t, x) = \hat{s} \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right] \quad (4.29)$$

4.4 Überlagerung von Schwingungen

$$\begin{aligned} s(t) &= s_1(t) + s_2(t) \\ &= \hat{s}_1 \cdot \sin(\omega \cdot t) + \hat{s}_2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) \end{aligned} \quad (4.30)$$

4.5 Konstruktive Interferenz

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= 0, 2\pi, 4\pi, \dots \\ \delta &= k \cdot \lambda, \quad k = 0, 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (4.31)$$

4.6 Destruktive Interferenz

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= \pi, 3\pi, 5\pi, \dots \\ \delta &= (2 \cdot k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \quad k = 1, 2, 3, \dots \end{aligned} \quad (4.32)$$

4.7 Verhältnis Gangunterschied zu Phasendifferenz

$$\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{\Delta s}{\lambda} \quad (4.33)$$

4.8 Doppler-Effekt

4.8.1 Bewegter Beobachter, ruhender Sender

Annähern

$$f' = f \cdot \left(1 + \frac{v}{c} \right) \quad (4.34)$$

Entfernen

$$f' = f \cdot \left(1 - \frac{v}{c} \right) \quad (4.35)$$

4.8.2 Bewegter Sender, ruhender Beobachter

Annähern

$$\lambda' = \lambda \cdot \left(1 - \frac{v_s}{c} \right) \quad f' = \frac{f}{1 - \frac{v_s}{c}} \quad (4.36)$$

Entfernen

$$f' = \frac{f}{1 + \frac{v_s}{c}} \quad (4.37)$$

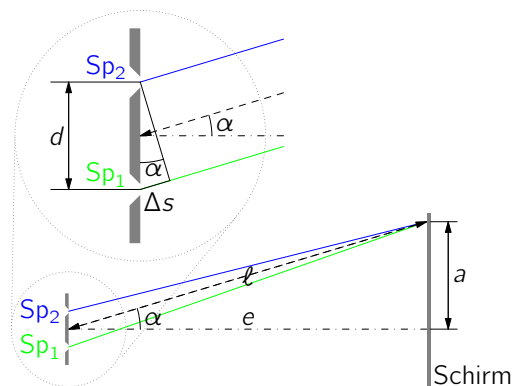
4.8.3 Machsche Zahl

$$M = \frac{v_s}{c} \quad (4.38)$$

4.9 Brechungsgesetz

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} \quad (4.39)$$

4.10 Beugung und Interferenz am Doppelspalt



$$\sin \alpha = \frac{a}{\ell} = \frac{a}{\sqrt{e^2 + a^2}} \quad (4.40)$$

4.10.1 Maxima

$$n \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_n \quad (4.41)$$

4.10.2 Minima

$$(2 \cdot n - 1) \cdot \frac{\lambda}{2} = d \cdot \sin \alpha_n \quad (4.42)$$

4.11 Beugung und Interferenz am Gitter

$$n \cdot \lambda = g \cdot \sin \alpha_n = \frac{g \cdot a_n}{\ell} = \frac{g \cdot a_n}{\sqrt{e^2 + a_n^2}} \quad (4.43)$$

5 Quantenphysik

5.1 Photoeffekt

5.1.1 Maximale Energie der Photoelektronen

$$W_{\max} = e \cdot U_{\max} \quad W_{\max} = h \cdot f - W_A \quad (5.1)$$

5.1.2 Grenzfrequenz der Elektronenablösung

$$f_{gr} = \frac{W_A}{h} \quad (5.2)$$

5.1.3 Photostrom

$$I_{Ph} = Z \cdot \frac{e}{t} \quad (5.3)$$

5.2 Umkehrung des Photoeffekts

$$W_{EI} = e \cdot U = h \cdot f \quad (5.4)$$

$$f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{\min}} \quad (5.5)$$

$$h \cdot f_{\max} = e \cdot U \quad (5.6)$$

5.3 Masse-Energie-Äquivalent

$$W_0 = m_0 \cdot c^2 \quad (5.7)$$

5.4 Masse der Photonen

$$m = \frac{W}{c^2} = \frac{h \cdot f}{c^2} \quad (5.8)$$

5.5 Impuls der Photonen

$$p = m \cdot v = \frac{h \cdot f}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad (5.9)$$

5.6 Paarbildung

Photon \rightarrow Elektron + Positron

5.6.1 Energieerhaltung

$$h \cdot f = 2 \cdot m_e \cdot c^2 + 2 \cdot W_{kin} \geq 1,02 \text{ MeV} \quad (5.10)$$

5.6.2 Massenerhaltung

$$\frac{h \cdot f}{c^2} = \frac{2 \cdot W_{kin}}{c^2} + 2 \cdot m_e \quad (5.11)$$

5.6.3 Impulserhaltung

$$\frac{h \cdot f}{c} = 2 \cdot m_e \cdot v < 2 \cdot m_e \cdot c \leq \frac{h \cdot f}{c} \quad (5.12)$$

5.7 Zerstrahlung

Elektron + Positron \rightarrow 2 Photonen

5.7.1 Energieerhaltung

$$2 \cdot m_e \cdot c^2 = 2 \cdot h \cdot f = 1,02 \text{ MeV} \quad (5.13)$$

5.7.2 Massenerhaltung

$$2 \cdot m_e = \frac{2 \cdot h \cdot f}{c^2} \quad (5.14)$$

5.7.3 Impulserhaltung

$$0 = \frac{h \cdot f}{c} + \left(-\frac{h \cdot f}{c} \right) \quad (5.15)$$

5.8 Compton-Effekt

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_C \cdot (1 - \cos\beta) \quad (5.16)$$

$$\lambda_C = \frac{h}{m_e \cdot c} = 2,4 \text{ pm} \quad (5.17)$$

5.9 Photon als Quantenobjekt

$$\Psi_{Res} = \Psi_1 + \Psi_2 \quad |\Psi_{Res}|^2 = |\Psi_1 + \Psi_2| \quad (5.18)$$

Antreffwahrscheinlichkeit: $|\Psi|^2$

5.10 De-Broglie-Wellenlänge

$$\lambda_B = \frac{h}{p} \quad (5.19)$$

6 Kernphysik

6.1 Abschätzung der Kerngröße (Rutherford)

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Z \cdot e \cdot 2 \cdot e}{b} \quad (6.1)$$

6.2 Energie der Elektronen in der Atomhülle

$$W_p = -\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{(Z \cdot e) \cdot e}{r} \quad (6.2)$$

$$W_k = \frac{1}{8 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{(Z \cdot e) \cdot e}{r} \quad (6.3)$$

$$W_{ges} = -\frac{1}{8 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{(Z \cdot e) \cdot e}{r} \quad (6.4)$$

6.3 Erstes Bohr-Postulat (Bahndrehimpuls)

$$L = r \cdot m \cdot v = n \cdot \frac{h}{2 \cdot \pi} \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (6.5)$$

6.4 Zweites Bohr-Postulat (Frequenzbedingung)

$$h \cdot f = E_m - E_n = \Delta E \quad (6.6)$$

6.5 Frequenz des Photons

$$f = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (6.7)$$

6.5.1 Rydberg-Frequenz

$$R = \frac{m_e \cdot e^4}{8 \cdot \epsilon_0^2 \cdot h^3} = 3,2898 \cdot 10^{15} \text{ Hz} \quad (6.8)$$

6.6 Zerfallsgesetz

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (6.9)$$

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}} \quad (6.10)$$

6.7 Zerfallskonstante

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \quad (6.11)$$

6.8 Aktivität

$$A = \frac{\Delta N}{\Delta t} \quad (6.12)$$

$$A(t) = \lambda \cdot N(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (6.13)$$

7 Chemie

7.1 Stoffmengenberechnung

$$n = \frac{m}{M} \quad (7.1)$$

$$n = \frac{V}{V_m} \quad (7.2)$$

$$n = c \cdot V \quad (7.3)$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (7.4)$$

7.2 Teilchenzahl

$$N = n \cdot N_A \quad (7.5)$$

7.3 Massenanteil

$$w = \frac{m}{m_L} \quad (7.6)$$

7.4 Massenwirkungsgesetz

Für die Reaktion $\nu_A A + \nu_B B \rightleftharpoons \nu_C C + \nu_D D$

$$K_C = \frac{c^{\nu_C}(C) \cdot c^{\nu_D}(D)}{c^{\nu_A}(A) \cdot c^{\nu_B}(B)} \quad (7.7)$$

$$K_P = \frac{p^{\nu_C}(C) \cdot p^{\nu_D}(D)}{p^{\nu_A}(A) \cdot p^{\nu_B}(B)} \quad (7.8)$$

$$K_P = K_C \cdot (R \cdot T)^{\Delta \nu} \quad (7.9)$$

mit $\Delta \nu = (\nu_C + \nu_D) - (\nu_A + \nu_B)$

7.5 Allgemeines Gasgesetz

$$n \cdot R \cdot T = p \cdot V \quad (7.10)$$

7.6 Gleichgewichtskonstante

$$\ln K(T) = -\frac{1}{R \cdot T} \cdot \Delta_R G_m^0 \quad (7.11)$$

7.7 Säuren und Basen

$$K_W = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \frac{\text{mol}^2}{\text{l}^2} \quad (7.12)$$

$$pK_W = -\lg \frac{k_w}{\frac{\text{mol}^2}{\text{l}^2}} = 14 = pH + pOH \quad (7.13)$$

$$pH = -\lg \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+)}{\frac{\text{mol}}{\text{l}}} \quad (7.14)$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-pH} \quad (7.15)$$

$$pOH = -\lg \frac{c(\text{OH}^-)}{\frac{\text{mol}}{\text{l}}} \quad (7.16)$$

7.8 Säurekonstante

Für die Reaktion $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$

$$K_S = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} \quad (7.17)$$

$$pK_S = -\lg \frac{K_S}{\frac{\text{mol}}{\text{l}}} \quad (7.18)$$

7.9 Basenkonstante

Für die Reaktion $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{BH}^+$

$$K_B = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{BH}^+)}{c(\text{B})} \quad (7.19)$$

$$pK_B = -\lg \frac{K_B}{\frac{\text{mol}}{\text{l}}} \quad (7.20)$$

$$pK_B = 14 - pK_S \quad (7.21)$$

7.10 Puffergleichung

$$pH = pK_S + \lg \frac{c(\text{Base})}{c(\text{Säure})} \quad (7.22)$$

7.11 Löslichkeitsprodukt

$$K_L(\text{A}_m\text{B}_n) = c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B}) \quad (7.23)$$

7.12 Nernstsche Gleichung

$$U_H(\text{Me}^{z+}/\text{Me}) = U_H^0(\text{Me}^{z+}/\text{Me}) + \frac{0,059 \text{ V}}{z} \cdot \lg \frac{c(\text{Me}^{z+})}{\frac{\text{mol}}{\text{l}}} \quad (7.24)$$

7.13 Reaktionsenthalpie

$$\Delta_R H = -Q = -c_p \cdot m \cdot \Delta T \quad (7.25)$$

$$\Delta_R H_m^0 = \sum \Delta_f H_m^0(\text{Produkte}) - \sum \Delta_f H_m^0(\text{Edukte}) \quad (7.26)$$

7.14 Entropie

$$\Delta_R S_m^0 = \sum S_m^0(\text{Produkte}) - \sum S_m^0(\text{Edukte}) \quad (7.27)$$

7.15 Freie Enthalpie und Gibbs-Helmholtzgleichung

$$\Delta_R G_m = \Delta_R H_m - T \cdot \Delta_R S_m \quad (7.28)$$

$$\Delta_R G_m^0 = \sum \Delta_f G_m^0(\text{Produkte}) - \sum \Delta_f G_m^0(\text{Edukte}) \quad (7.29)$$

B-Sisnamn, 21. April 2014
 Quellen: GSI Helmholtzzentrum: *Periodensystem der Elemente*, Mai 2011. Europa-Lehrmittel: *Das Periodensystem der Elemente*, Merck. *EMD PTE*, v1.2.4.1. Wikipedia DE:EN:FR (abgerufen am 2014-04-14)