

Formelsammlung Physik

Mechanik		
Kinematik		
Geschwindigkeit	$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = \dot{\vec{s}}$	$[v] = \frac{m}{s}$
Beschleunigung	$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{s}}$	$[a] = \frac{m}{s^2}$
	$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$ $v(t) = a \cdot t + v_0$	
Dynamik		
Impuls	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	$[p] = kg \cdot \frac{m}{s}$
Kraft	$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \dot{\vec{p}}$	$[F] = N \quad \text{Newton}$
Gewichtskraft	$\vec{F} = m \cdot \vec{g} \quad g = 9,81 \frac{m}{s^2}$	$N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$
Federkraft nach <i>Hooke</i>	$\vec{F} = -D \cdot \vec{s}$	
Reibungskraft	$F^R = f \cdot F^N$ $f = \text{Haft- bzw. Gleitreibungszahl}$	
Luftwiderstandskraft	$F_L = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$	ρ : Dichte der Luft
Arbeit / Energie		
	$W = \vec{F} \cdot \vec{s}, \quad W = \int F ds$	$[W] = J \quad \text{Joule}$
Kinetische Energie	$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$	$J = N \cdot m$
Potentielle Energie	$W = m \cdot g \cdot h$	
Spannenergie	$W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$	
Leistung	$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	$[P] = W \quad \text{Watt}$ $W = N \frac{m}{s}$
Kreisbewegung		
Winkelgeschwindigkeit	$\vec{\omega} = \frac{\Delta \vec{\varphi}}{\Delta t} \quad \vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} \quad \vec{v} = \omega \cdot \vec{r}$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$	$[\omega] = \frac{1}{s}$
Zentripetalbeschleunigung	$a = \omega^2 \cdot r \quad \vec{a} = -\omega^2 \cdot \vec{r} \quad a = \frac{v^2}{r}$	
Zentripetalkraft	$F_Z = m \cdot \omega^2 \cdot r, \quad F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r}$	

Mechanik		
Gravitation		
Gravitationskraft	$F_G = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	$\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$
3. Keplersches Gesetz	$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$	$a_{1,2}$: große Halbachsen
Potentielle Energie	$W_{\text{pot}} = \int_r^\infty F_G dr = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$	Bezugspunkt im Unendlichen
Gesamtenergie auf Kreisbahn	$W_{\text{ges}} = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{2r}$	Bezugspunkt im Unendlichen
Gesamtenergie auf Ellipsenbahn	$W_{\text{ges}} = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{2a}$	a: große Halbachse
Thermodynamik		
Universelle Gasgleichung	$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	p: Druck V: Volumen T: Temperatur in Kelvin R: universelle Gaskonstante $R = 8,3145 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$
Absolute Nullpunktstemperatur T_0		$\vartheta_0 = -273,15^\circ \text{C} \hat{=} 0\text{K} = T_0$
1. Hauptsatz der Thermodynamik	$\Delta U = \Delta Q + \Delta W$ isotherm: $\Delta Q = -\Delta W$ mit $T = \text{const.}$ isobar: $\Delta Q = \Delta U + p \cdot \Delta V$ mit $p = \text{const.}$ isochor: $\Delta Q = \Delta U$ mit $V = \text{const.}$	ΔU : Änderung der inneren Energie ΔQ : Änderung der Wärmeenergie ΔW : Änderung der mechanischen Energie
Mittlere kinetische Energie $W_{\text{kin,mittel}} = \overline{W}_{\text{kin}}$	$W_{\text{kin,mittel}} = \overline{W}_{\text{kin}} = \frac{3}{2} kT$	k: Boltzmannkonstante $k = 1,3806 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
Grundgleichung der kinetischen Gastheorie	$p \cdot V = \frac{2}{3} N \cdot W_{\text{kin,mittel}}$	N: Anzahl der Teilchen im Volumen V
Entropieänderung	$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$	
Wirkungsgrad	$\eta = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1}$ zugeführte Wärmeenergie $Q^1 > 0$ abgegebene Wärmeenergie $Q^2 < 0$	

Thermodynamik		
Idealer Wirkungsgrad	$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$	
Reversibler Stirlingscher Kreisprozess	$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$	
Irreversibler Stirlingscher Kreisprozess	$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} < 0$	
Elektrisches Feld		
Spannung	$U = \Delta \varphi \quad U = \frac{\Delta W}{Q}$	[U] = V Volt J = C · V
Stromstärke	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$	[Q] = C = A · s Coulomb [I] = A Ampere
Leistung	$P = U \cdot I$	[P] = W Watt
Arbeit im elektrischen Feld	$W = Q \cdot U$	[W] = 1J 1eV = 1,602 · 10 ⁻¹⁹ J
Ohmsches Gesetz	$U = R \cdot I$	[R] = Ω Ohm
Elektrische Feldstärke	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_P}$	
Flächenladungsdichte	$\sigma = \frac{Q}{A} \quad \sigma = \epsilon_0 \cdot E$	$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$
Coulomb-Kraft	$F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$	
Kapazität (allg.)	$C = \frac{Q}{U}$	[C] = F Farad
Kapazität des Plattenkondensators	$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$	
Feldstärke	$E = \frac{U}{d}$	d: Abstand zwischen den Platten
Kondensatoraufladung	$I(t) = - \frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{1}{RC}t} \quad U_C(t) = - U_0 \left(1 - e^{-\frac{1}{RC}t} \right)$	
Kondensatorentladung	$I(t) = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{1}{RC}t} \quad U_C(t) = - U_0 \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}$	
Arbeit / Energie (Kondensator)	$W_{el} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$	

Magnetisches Feld		
Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter	$F = B \cdot I \cdot \ell$	$[B] = T \quad \text{Tesla}$ $T = \frac{V \cdot s}{m^2}$
Lorentzkraft	$F = Q \cdot v \cdot B$	
Magnetfeld einer Zylinderspule	$B = \mu_0 \cdot \mu_R \cdot \frac{I \cdot n}{\ell}$	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$
Arbeit / Energie (Spule)	$W_{\text{mag}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$	
Induktion		
Induzierte Spannung	$U_{\text{ind}} = -n \cdot \frac{d\Phi}{dt} = -n \cdot \dot{\Phi} \quad \text{mit } \Phi = A \cdot B$	
Selbstinduktion	$U_{\text{ind}} = -L \cdot \frac{dI}{dt} \quad L = \mu_0 \mu_R \cdot n^2 \cdot \frac{A}{\ell}$	$[L] = H \quad \text{Henry}$ $H = \frac{Vs}{A}$
Hall-Spannung	$U_H = v \cdot B \cdot b$	b: Breite des Hallstreifens
Schwingungen		
Ungedämpfte, harmonische Schwingung		
Zeit-Weg-Gesetz	$s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega t)$	
Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz	$v(t) = \hat{v} \cdot \cos(\omega t)$ $v(t) = \hat{s} \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$	
Zeit-Beschleunigung-Gesetz	$a(t) = -\hat{s} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$ $a(t) = -\hat{a} \cdot \sin(\omega t)$ $a(t) = -\omega^2 \cdot s(t)$	
Richtgröße	$D = m \cdot \omega^2$	
Energie des harmonischen Oszillators	$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \omega^2 \cdot \hat{s}^2$	
Gedämpfte Schwingung		
Zeit-Weg-Gesetz	$s(t) = \hat{s} \cdot e^{-kt} \cdot \sin(\omega t)$	
Federpendel		
Schwingungsdauer	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}$	
Fadenpendel		
Schwingungsdauer	$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$	
Elektrischer Schwingkreis		
Thomsonsche Schwingungsgleichung	$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$	

Wellen		
Wellengleichung	$s(x, t) = \hat{s} \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right]$	
Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle	$c = \lambda \cdot f$	
Doppler-Effekt	$f' = f \cdot \frac{c - v_E}{c - v_S}$	
Interferenz bei Licht am Doppelspalt bzw. am Gitter		
Maxima	$d \cdot \sin(\alpha_n) = n \cdot \lambda$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$)	
Minima	$d \cdot \sin(\alpha_n) = \frac{2n-1}{2} \cdot \lambda$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)	
Spektralfarben	rot 660 nm – 780 nm orange 595 nm – 660 nm gelb 575 nm – 595 nm grün 490 nm – 575 nm blau 440 nm – 490 nm indigo 420 nm – 440 nm violett 390 nm – 420 nm	
Relativitätstheorie		
Lorentz-Transformationen	$x' = \frac{x - v \cdot t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $t' = \frac{t - \frac{v}{c^2} \cdot x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $x = \frac{x' + v \cdot t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $t = \frac{t' + \frac{v}{c^2} \cdot x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $y = y' \quad z = z'$	<p>Ungestrichen sind die Größen in dem System, in dem der Beobachter ruht.</p> <p>Gestrichen sind die Größen in dem dazu relativ bewegten System.</p>
Längenkontraktion	$\ell_k = \ell \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$	ℓ Eigenlänge ℓ_k kontrahierte Länge
Zeitdilatation	$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	
Minkowski-Diagramm		
Einheit	$e' = e \cdot \sqrt{\frac{c^2 + v^2}{c^2 - v^2}}$	
	$\tan \alpha = \frac{v}{c}$	α Winkel zwischen den Bezugssystemen

Relativitätstheorie		
Relativistische Geschwindigkeitsaddition	$u = \frac{u' + v}{1 + \frac{u' \cdot v}{c^2}}$	<p>u' : Geschwindigkeit eines Körpers relativ zum S' - System</p> <p>v : Geschwindigkeit des S' - Systems relativ zum S - System</p> <p>u : Geschwindigkeit des Körpers im S - System</p>
Relativistischer Doppler-Effekt	$f = f' \cdot \sqrt{\frac{c - v}{c + v}}$	
Dynamische Masse	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	
Energie		
Gesamtenergie	$W = m \cdot c^2$	
Ruheenergie	$W_0 = m_0 \cdot c^2$	
Energie-Impuls-Beziehung	$W^2 - (c \cdot p)^2 = W_0^2$	
Quantenphysik		
Photonen		
Energie eines Photons	$W = h \cdot f$	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Mikroobjekte		
De Broglie Wellenlänge	$\lambda = \frac{h}{p}$	
Compton-Effekt		
Energiebilanz	$h \cdot f = W_{\text{kin}} + h \cdot f'$	
Wellenlängenänderung	$\Delta \lambda = \lambda_c (1 - \cos(\varphi))$	$\lambda_c = 2,42 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ Compton-Wellenlänge
Bragg-Reflexion		
Bragg-Gleichung	$n \cdot \lambda = 2d \cdot \sin(\vartheta), \quad (n = 1, 2, \dots)$	
Heisenbergsche Unschärferelation		
Heisenbergsche Unschärferelation	$\Delta x \cdot \Delta p \geq h$	

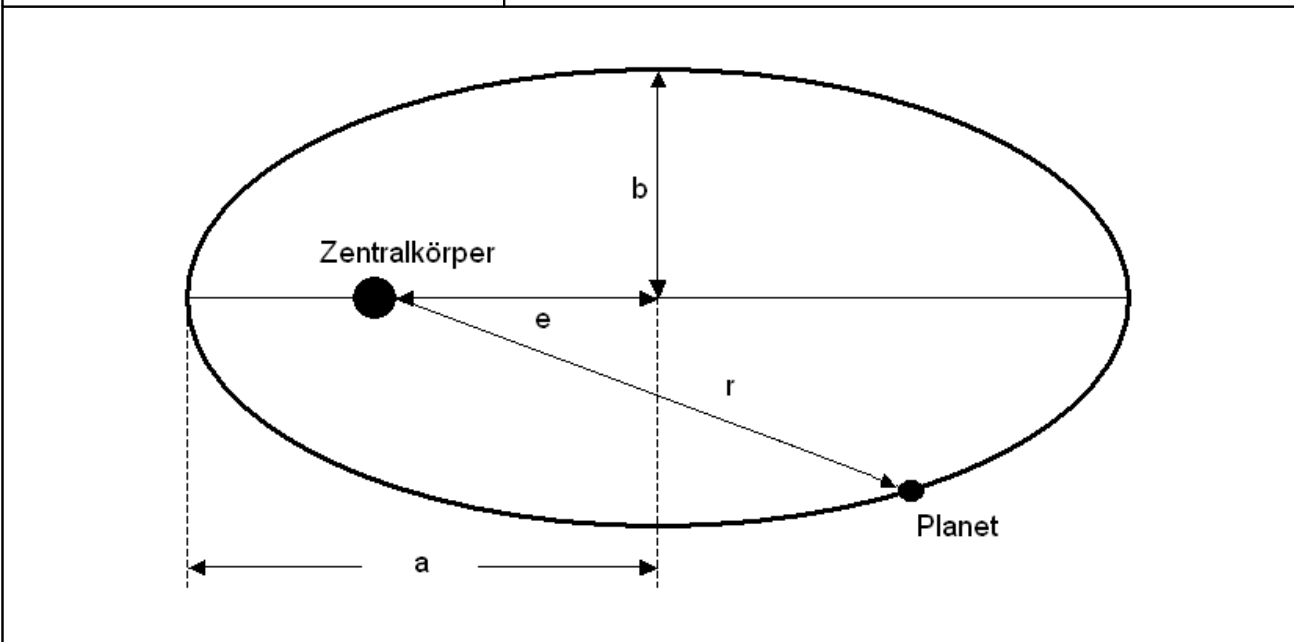
Atom- und Kernphysik		
Energie eines in einem linearen Potentialtopf der Breite a mit unendlich hohen Wänden eingeschlossenen Teilchens	$W_n = \frac{h^2}{8 \cdot m \cdot a^2} \cdot n^2$	
Absorptionsgesetz	$I(d) = I_0 \cdot e^{-k \cdot d}$	
Zerfallsgesetz	$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$	
Atom- und Kernphysik		
Aktivität	$A(t) = - \frac{dN(t)}{dt} = - \dot{N}(t)$ $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$	[A] = Bq Becquerel $Bq = \frac{1}{s}$
Kernradius	$r = r_0 \cdot \sqrt[3]{A}$ $r_0 = 1,46 \cdot 10^{-15} \text{ m}$	A ist hier die Massezahl

Konstante Größen	
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c = 2,998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Schallgeschwindigkeit in Luft	$c_s = 332 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Gravitationskonstante	$\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$
Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} = \frac{1}{\mu_0 c^2}$
Magnetische Feldkonstante	$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$
Elementarladung	$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Ruhemasse eines Elektrons	$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Ruhemasse eines Protons	$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Ruhemasse eines Neutrons	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Atomare Masseneinheit	$u = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Plancksches Wirkungsquantum	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Avogadro-Konstante	$N_A = 6,022 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{kmol}}$
Absolute Nullpunktstemperatur T_0	$\vartheta_0 = -273,15^\circ \text{ C} \hat{=} 0\text{K} = T_0$

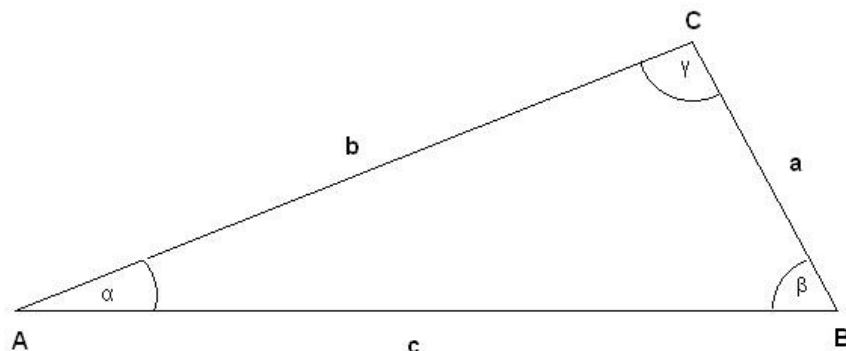
Astronomische Daten	
Mittlerer Erdradius	$r_E = 6371,04 \text{ km}$
Masse der Erde	$m_E = 5,9736 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Mittlere Entfernung Erde – Sonne	$1 \text{ AE} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$

SI - Vorsätze					
Tera	T	10^{12}	Milli	m	10^{-3}
Giga	G	10^9	Mikro	μ	10^{-6}
Mega	M	10^6	Nano	n	10^{-9}
Kilo	k	10^3	Piko	p	10^{-12}

Mathematische Hilfsmittel	
Dreieck	$A = \frac{1}{2} \cdot g \cdot h$
Kreis	$U = 2 \cdot \pi \cdot r$ $A = \pi \cdot r^2$
Kugel	$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ $O = 4 \cdot \pi \cdot r^2$
Ellipsengleichung	$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$



Trigonometrische Beziehungen im rechtwinkligen Dreieck



Sinus	$\sin(\alpha) = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{a}{c}$
Cosinus	$\cos(\alpha) = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{b}{c}$
Tangens	$\tan(\alpha) = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{a}{b}$
Trigonometrische Beziehungen im beliebigen ebenen Dreieck	
Sinussatz	$\frac{\sin(\alpha)}{a} = \frac{\sin(\beta)}{b} = \frac{\sin(\gamma)}{c}$
Kosinussatz	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos(\alpha)$

Funktion f(x)	Ableitungsfunktion f'(x)	Stammfunktion $\int f(x)dx$
x^n	$n \cdot x^{n-1}$	$\frac{x^{n+1}}{n+1} + c, (n \neq -1)$
$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$	$\ln x + c, (x \neq 0)$
e^{ax}	$a \cdot e^{ax}$	$\frac{1}{a} \cdot e^{ax} + c$
$\ln(x)$	$\frac{1}{x}$	$x \cdot \ln(x) - x + c, (x > 0)$
$\sin(x)$	$\cos(x)$	$-\cos(x) + c$
$\cos(x)$	$-\sin(x)$	$\sin(x) + c$
$\tan(x)$	$\frac{1}{\cos^2(x)}$	$-\ln \cos(x) + c$