

Kleine Formelsammlung Physik

Autor: dipl. math. Helmut Vetter

FSPH©HelmutVetter/V1.12

<https://formel-vetter.jimdo.com/>

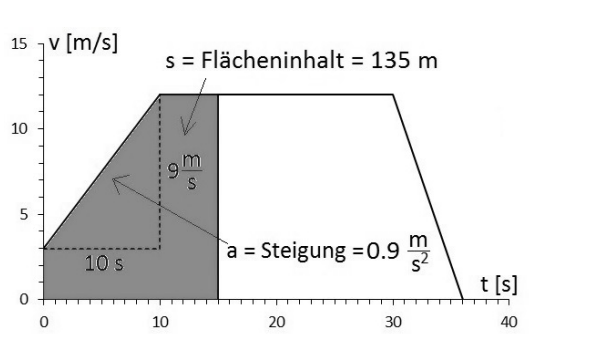
Druckempfehlung: Broschürendruck A4 oder A5 mit Sattelheftung

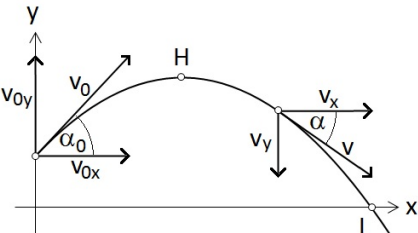
Inhaltsverzeichnis

1	Mechanik	3
1.1	Kinematik	3
1.2	Kreisbewegung	4
1.3	Kraft und Impuls	5
1.4	Statik und Dynamik	6
1.5	Arbeit und Energie	7
1.6	Schwingungen und Wellen	9
2	Wärmelehre	11
2.1	Eigenschaften der Materie	11
2.2	Wärmeübertragung	12
3	Elektrizitätslehre	14
3.1	Elektrisches Feld	14
3.2	Stromkreis	15
3.3	Magnetisches Feld	16
4	Physikalische Grössen, Einheiten und Konstanten	18

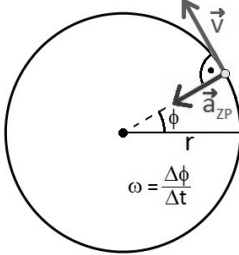
1 Mechanik

1.1 Kinematik

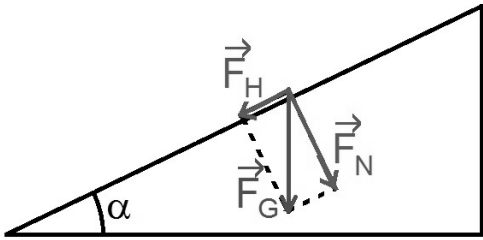
Gleichförmige Bewegung	$s = v \cdot t$ <hr/> Mittlere Geschwindigkeit $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$s = \text{Strecke in m}$ $t = \text{Zeit in s}$ $v = \text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Gleichmässig beschleunigte Bewegung	$a = \frac{v - v_0}{t}$ ohne s $s = \frac{v + v_0}{2} \cdot t$ ohne a $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ ohne t $s = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$ ohne v $s = v \cdot t - \frac{a}{2} \cdot t^2$ ohne v_0 <hr/> Mittlere Beschleunigung $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$a = \text{Beschleunigung in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $s = \text{Strecke in m}$ $t = \text{Zeit in s}$ $v = \text{Endgeschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v_0 = \text{Anfangsgeschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$
v-t-Diagramm	<ul style="list-style-type: none"> Die Beschleunigung $a(t)$ ist die Steigung der Geschwindigkeitskurve $v(t)$. Der Weg $s(t)$ ist die Fläche unter der Geschwindigkeitskurve $v(t)$. <hr/> 	$a(t) = \text{Momentane Beschleunigung in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $s(t) = \text{Zurückgelegter Weg bis zum Zeitpunkt } t \text{ in m}$ $t = \text{Zeit in s}$ $v(t) = \text{Momentane Geschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Differentialrechnung	$v(t) = s'(t)$ $a(t) = v'(t) = s''(t)$ $s(t) = s(t_0) + \int_{t_0}^t v(t) dt$	$s(t) = \text{Weg in m}$ $v(t) = \text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a(t) = \text{Beschleunigung in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Schiefer Wurf	x-Richtung	y-Richtung	
	$x = v_{0x} \cdot t$	$y = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2$	
$v_x = v_{0x}$	$v_y = v_{0y} - g \cdot t$	$a_y = \text{Beschleunigung in y-Richtung in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	
$a_x = 0$	$a_y = -g$	$\alpha = \text{Winkel zur x-Richtung}$	
Komponenten Anfangsgeschwindigkeit			$\alpha_0 = \text{Anf'winkel zur x-Richtung}$
$v_{0x} = v_0 \cdot \cos(\alpha_0)$		$g = \text{Erdbeschleunigung} = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	
$v_{0y} = v_0 \cdot \sin(\alpha_0)$		$t = \text{Zeit in s}$	
Geschwindigkeit			$v_0 = \text{Anfangsgeschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$		$v_{0x} = \text{Anf'geschwindigkeit in x-Richtung in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	
$\alpha = \arctan\left(\frac{v_y}{v_x}\right)$		$v_{0y} = \text{Anf'geschwindigkeit in y-Richtung in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	
Koordinatengleichung der <i>Wurfparabel</i>			$v = \text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$y = -\frac{g}{2 \cdot v_{0x}^2} \cdot x^2 + \frac{v_{0y}}{v_{0x}} \cdot x + y_0$		$v_x = \text{Geschwindigkeit in x-Richtung in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$	
Höchster Punkt H: $v_y \stackrel{!}{=} 0 \Rightarrow t = \frac{v_{0y}}{g}$			$v_y = \text{Geschwindigkeit in y-Richtung in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Landepunkt L: $y \stackrel{!}{=} 0 \Rightarrow t$ aus quadr. Gl.			$x = s_x = \text{x-Koordinate in m}$
			$y = s_y = \text{y-Koordinate in m}$

1.2 Kreisbewegung

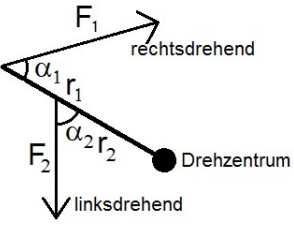
Gleichförmige Kreisbewegung	$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$		$a_{ZP} = \text{Zentripetalbeschleunigung in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
	$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$		$F_{ZP} = \text{Zentripetalkraft in N}$
	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$		$f = \text{Frequenz in Hz (= s}^{-1}\text{, Hertz)}$
	$v = \omega \cdot r = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r \cdot f$		$r = \text{Kreisradius in m}$
	$a_{ZP} = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r}$		$T = \text{Umlaufzeit in s}$
	$F_{ZP} = m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{m \cdot v^2}{r}$		$v = \text{Bahngeschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$
	$\vec{F}_{ZP} = m \cdot \vec{a}_{ZP}$		$\omega [\text{omega}] = \text{Winkelgeschwindigkeit in s}^{-1}$

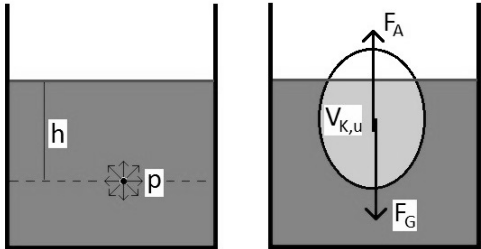
1.3 Kraft und Impuls

Kraft	$F_G = m \cdot g$ $\hookrightarrow a_G = g$ $F_H = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$ $\hookrightarrow a_H = g \cdot \sin(\alpha)$ $F_N = m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$ $F_R = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$ $\hookrightarrow a_R = -\mu \cdot g \cdot \cos(\alpha)$ $F_F = D \cdot s$ <hr/>  <p>The diagram shows a right-angled triangle representing an inclined plane with angle α. A mass is on the incline. Four force vectors are shown: \vec{F}_G (gravity) pointing vertically down, \vec{F}_H (downhill component) pointing parallel to the incline downwards, \vec{F}_N (normal force) pointing perpendicular to the incline, and \vec{F}_R (friction) pointing up the incline. A dashed line indicates the decomposition of \vec{F}_G into \vec{F}_H and \vec{F}_N.</p> $\vec{F}_G = \vec{F}_H + \vec{F}_N$	$a = \text{Beschleunigung in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $D = \text{Federkonstante in } \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $F_G = \text{Schwerkraft/Gravitationskraft in N}$ $F_F = \text{Federkraft in N (Newton)}$ $F_R = \text{Reibkraft in N (Newton)}$ $F_H = \text{Hangkraft in N (Newton)}$ $F_N = \text{Normalkraft in N (Newton)}$ $g = \text{Erdbeschleunigung} = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $m = \text{Masse in kg}$ $\mu [\text{mü}] = \text{Reibkoeffizient als Zahl}$ $s = \text{Auslenkung in m}$
Gravitationsgesetz	$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ $\hookrightarrow a_G = G \cdot \frac{M}{r^2}$	$a_G = \text{Gravitationsbeschleunigung in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $F_G = \text{Gravitationskraft in N (Newton)}$ $G = \text{Gravitationskonstante}$ $= 6.673 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$ $m_1, m_2 = \text{Massen in kg}$ $M = \text{Zentralmasse in kg}$ $r = \text{Abstand in m}$
Scheinkräfte	<p>Beschleunigtes System (Beschleunigung a):</p> $F_T = m \cdot a \text{ entgegen der Beschleunigung.}$ <hr/> <p>Drehendes System (D'Zentrum, W'Geschw ω):</p> $F_{ZP} = m \cdot \omega^2 \cdot r \text{ auf Zentrum zu}$ $F_{Cor} = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot v$ <p>gegen v verdreht um 90° entgegen Drehrichtung</p>	$F_T = \text{Trägheitskraft in N}$ $m = \text{Masse in kg}$ $F_{ZP} = \text{Zentripetalkraft in N}$ $F_{Cor} = \text{Corioliskraft in N}$ $r = \text{Abstand der Masse vom D'zentrum in m}$ $v = \text{Geschwindigkeit der Masse in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Druck	$p = \frac{F}{A}$ <hr/> $p = \frac{F}{A} = \frac{F \cdot s}{A \cdot s} = \frac{W}{\Delta V}$	$A = \text{Fläche in m}^2$ $F = \text{Kraft in N (Newton)}$ $p = \text{Druck in Pa (Pascal)}$ $s = \text{Strecke in m}$ $\Delta V = \text{Volumenausdehnung in m}^3$ $W = \text{Arbeit in J}$

<p>Impuls</p>	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ <hr/> $\Delta \vec{p} = m \cdot \Delta \vec{v} = m \cdot \vec{a} \cdot \Delta t = \vec{F} \cdot \Delta t$ <p>Impulserhaltungssatz:</p> $\sum \vec{p}_{\text{vorher}} = \sum \vec{p}_{\text{nachher}}$	\vec{a} = Beschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ \vec{F} = Kraft in N (Newton) $\vec{F} \cdot \Delta t$ = Kraftstoss in $\text{N} \cdot \text{s} = \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}}$ m = Masse in kg \vec{p} = Impuls in $\frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}}$ $\Delta \vec{p}$ = Impulsänderung in $\frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}}$ Δt = Zeitintervall in s \vec{v} = Geschwindigkeit in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\Delta \vec{v}$ = Geschwindigkeitsänderung in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
----------------------	--	---

1.4 Statik und Dynamik

<p>Newton's 2. Axiom</p>	$\vec{F}_{\text{tot}} = m \cdot \vec{a}$ $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{tot}}}{m}$	\vec{a} = Beschleunigung in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ \vec{F}_{tot} = Summe aller vorhandenen Kräfte in N = Resultierende Kraft m = Masse in kg
<p>Drehmoment</p>	$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ $M = r \cdot F \cdot \sin(\alpha)$ <hr/> <p>Statisches Gleichgewicht:</p> $\vec{F}_{\text{tot}} = \vec{0} \text{ und } \vec{M}_{\text{tot}} = \vec{0}$ <p>Bem: Dies gilt bzgl. jedem Punkt als fiktivem Drehpunkt!</p> <hr/> <p>Hebelgesetz $\Leftrightarrow \vec{M}_{\text{tot}} = \vec{0}$:</p> $\sum_{\text{linksdrehend}} r \cdot F \cdot \sin(\alpha) = \sum_{\text{rechtsdrehend}} r \cdot F \cdot \sin(\alpha)$ <div style="text-align: center;">  </div>	α = Winkel zwischen Kraft und Radius Bem: Da $\sin(\alpha) = \sin(180^\circ - \alpha)$ Kann der Winkel zwischen Kraft und Hebelarm oder zwischen Kraft und Verlängerung des Hebelarms verwendet werden! \vec{F} = Kraft in N \vec{F}_{tot} = Summe aller Kräfte = Resultierende Kraft M = Drehmoment in Nm \vec{M}_{tot} = Summe aller Drehmomente = Resultierendes Drehmoment \vec{r} = Radius = Vektor vom Drehzentrum zum Punkt in m

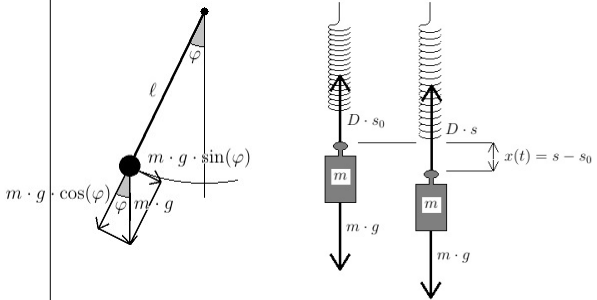
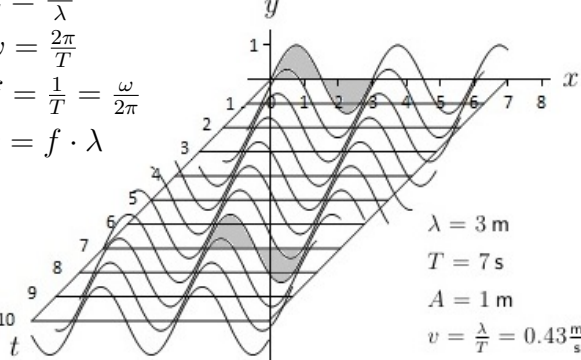
<p>Hydrostatik</p>	$p = \rho_F \cdot g \cdot h$ $F_A = \rho_F \cdot g \cdot V_{K,u}$ $F_G = m \cdot g = \rho_K \cdot g \cdot V_K$ <hr/> 	<p>p = Schweredruck in Pa (Pascal) g = Erdbeschleunigung = $9.81 \frac{m}{s^2}$ h = Tiefe unter Oberfläche in m F_A = Auftriebskraft in N F_G = Gewichtskraft in N m = Masse des Körpers in kg ρ_F [rho] = Dichte der Flüssigkeit in $\frac{kg}{m^3}$ ρ_K [rho] = Dichte des Körpers in $\frac{kg}{m^3}$ V_K = Volumen des Körpers in m^3 $V_{K,u}$ = Eingetauchtes Volumen in m^3</p>
--------------------	--	--

1.5 Arbeit und Energie

<p>Arbeit</p>	$W = \vec{F} \cdot \vec{s} =$ $= F_s \cdot s = F \cdot s \cdot \cos \angle(\vec{F}, \vec{s})$ <hr/> <p>Hubarbeit: $W = m \cdot g \cdot h$ Beschleunigungsarbeit: $W = m \cdot a \cdot s = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2}$</p>	<p>a = Beschleunigung in $\frac{m}{s^2}$ \vec{F} = Kraft in N (Newton) F_s = Kraft in Wegerichtung in N (Newton) g = Erdbeschleunigung = $9.81 \frac{m}{s^2}$ h = Höhendifferenz in m m = Masse in kg \vec{s} = Weg in m v = Endgeschwindigkeit in $\frac{m}{s}$ v_0 = Anfangsgeschwindigkeit in $\frac{m}{s}$ W = Arbeit in J (Joule)</p>
<p>Energie</p>	$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ $E_{kin} = \frac{m}{2} \cdot v^2$ $E_{spa} = \frac{D}{2} \cdot s^2$ $E_{gra} = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$ $E = E_{pot} + E_{kin} + E_{spa} + E_{gra}$ <hr/> <p>Energieerhaltungssatz: $\sum E_{vorher} + W_{zu} - W_{ab} = \sum E_{nachher}$</p>	<p>D = Federkonstante in $\frac{N}{m}$ E = Energie in J (Joule) E_{pot} = Potentielle Energie in J (Joule) E_{kin} = Kinetische Energie in J (Joule) E_{spa} = Feder-Energie in J (Joule) E_{gra} = Gravitations-Energie in J (Joule) G = Gravitationskonstante $= 6.673 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$ g = Erdbeschleunigung = $9.81 \frac{m}{s^2}$ h = Höhe in m m = Masse in kg m_1, m_2 = Massen in kg r = Abstand in m s = Auslenkung aus Ruhelage in m v = Geschwindigkeit in $\frac{m}{s}$ W_{ab} Abgeführte Arbeit in J (Joule) W_{zu} Zuführte Arbeit in J (Joule)</p>

Leistung	$P = \frac{W}{t}$ <hr/> $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$	<p>F = Kraft in N P = Leistung in W (Watt) s = Strecke in m t = Zeit in s v = Geschwindigkeit in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ W = Arbeit in J (Joule)</p>
Wirkungsgrad	$W_{\text{nutz}} = \eta \cdot W_{\text{zu}}$ $P_{\text{nutz}} = \eta \cdot P_{\text{zu}}$	<p>η [eta] = Wirkungsgrad als Zahl P_{nutz} = Nutzleistung in W (Watt) P_{zu} = Zuführte Leistung in W (Watt) W_{nutz} = Nutzarbeit in J (Joule) W_{zu} = Zuführte Arbeit J (Joule)</p>

1.6 Schwingungen und Wellen

<p>Harmonische Schwingung</p>	<p><i>Differentialgleichung (harm. Schwing'g):</i> $x''(t) = -\omega^2 \cdot x(t)$</p> <hr/> <p>Lösung: Ort: $x(t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \psi_0)$ Geschwindigkeit: $v(t) = x'(t) = A \cdot \omega \cdot (-\sin(\omega \cdot t + \psi_0))$ Beschleunigung: $a(t) = x''(t) = A \cdot \omega^2 \cdot (-\cos(\omega \cdot t + \psi_0))$ $= -\omega^2 \cdot x(t)$</p> <hr/> <p>$T = \frac{1}{f} \Leftrightarrow f = \frac{1}{T}$</p> <p>$\omega = 2\pi \cdot f \Leftrightarrow f = \frac{\omega}{2\pi}$</p> <p>$T = \frac{2\pi}{\omega} \Leftrightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$</p> <hr/> <p><i>Fadenpendel [mit Näherung $\sin(\varphi) \approx \varphi$]</i> Gleichgewichtslage: $\varphi = 0$ $\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ $x(t) = \ell \cdot \varphi$ $A = \text{maximale Auslenkung (Bogenlänge)}$ $= \ell \cdot \varphi_{\max}$ Start bei maximaler Auslenkung $\Rightarrow \psi_0 = 0$</p> <hr/> <p><i>Federpendel</i> Gleichgewichtslage: $m \cdot g = D \cdot s_0$ $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$ $x(t) = s - s_0$ $A = \text{max. Auslenkung aus Gleichgewichtslage}$ $= s_{\max} - s_0$ Start bei maximaler Auslenkung $\Rightarrow \psi_0 = 0$</p>	<p>$A = \text{Amplitude in m}$ $a(t) = \text{Beschleunigung in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $D = \text{Federkonstante in } \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $f = \text{Frequenz in Hz (Hertz)}$ $g = \text{Erdbeschleunigung} = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $\ell = \text{Fadenlänge in m}$ $m = \text{Masse in kg}$ $\omega [\text{omega}] = \text{Kreisfrequenz in } \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ $\varphi [\text{phi}] = \text{Auslenkungswinkel des Pedels in rad}$ $\psi_0 [\text{psi-Null}] = \text{Phasenwinkel zu Beginn in rad}$ $s = \text{Auslenkung der Feder in m}$ $s_0 = \text{Auslenk'g der Feder im Gleichgewicht in m}$ $t = \text{Zeit in s}$ $T = \text{Schwingzeit in s}$ $v(t) = \text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $x(t) = \text{Ort in m}$ $x'(t) = 1. \text{ Abl. des Ortes nach der Zeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $x''(t) = 2. \text{ Abl. des Ortes nach der Zeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> 
<p>Wellenlehre</p>	<p>Örtliche und zeitl. Ausbreitung einer Störung $y = A \cdot \sin(kx - \omega t)$ $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ $v = f \cdot \lambda$</p>  <p>$\lambda = 3 \text{ m}$ $T = 7 \text{ s}$ $A = 1 \text{ m}$ $v = \frac{\lambda}{T} = 0.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p>	<p>$A = \text{Amplitude in m}$ $k = \text{Wellenzahl in } \text{m}^{-1}$ $x = \text{Ortskoordinate in m}$ $\omega = \text{Kreisfrequenz in } \text{s}^{-1}$ $t = \text{Zeitkoordinate in s}$ $T = \text{Schwingzeit in s}$ $f = \text{Frequenz in Hz} = \text{s}^{-1} [\text{Hertz}]$ $\lambda = \text{Wellenlänge in m}$ $c = \text{Schall- bzw. Lichtgeschwindigkeit}$ Schall in Luft: $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Licht in Vakuum: $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v = \text{Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle}$</p>

Dopplereffekt	Quelle bewegt sich . . . auf Beobachter zu: $f' = f \cdot \frac{c}{c-v}$ von Beobachter weg: $f'' = f \cdot \frac{c}{c+v}$	f = ausgesandte Frequenz in Hz f' = empfangene Frequenz in Hz f'' = empfangene Frequenz in Hz c = Schall- bzw. Lichtgeschwindigkeit Schall in Luft: $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Licht in Vakuum: $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ v Geschwindigkeit der Quelle in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
---------------	--	---

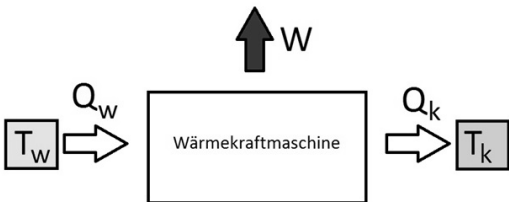
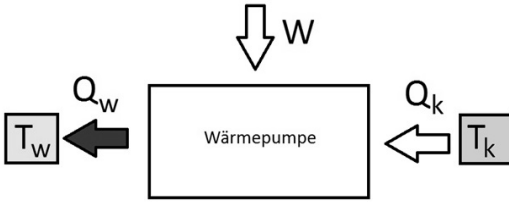
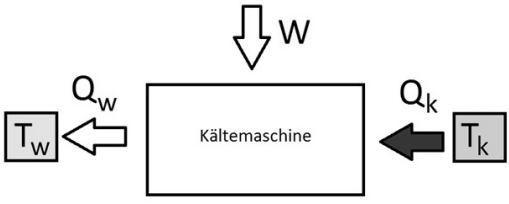
2 Wärmelehre

2.1 Eigenschaften der Materie

Dichte	$m = \rho \cdot V$	$m = \text{Masse in kg}$ $\rho [\text{rho}] = \text{Dichte in } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ $V = \text{Volumen in m}^3$
Längen- ausdehnung	$\Delta \ell = \alpha \cdot \ell_0 \cdot \Delta T$ bzw. $\ell = \ell_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$ <hr/> $\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$ mit $\beta = 2\alpha$ bzw. $A = A_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$ <hr/> $\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T$ mit $\gamma = 3\alpha$ bzw. $V = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T)$	$A = \text{Endfläche in m}^2$ $A_0 = \text{Anfangsfläche in m}^2$ $\Delta A = \text{Flächenausdehnung in m}^2$ $\alpha [\text{alpha}] = \text{Längenausd.koeff. in K}^{-1}$ $\beta [\text{beta}] = \text{Flächenausd.koeff. in K}^{-1}$ $\gamma [\text{gamma}] = \text{Volumenausd.koeff. in K}^{-1}$ $\ell = \text{Endlänge in m}$ $\ell_0 = \text{Anfangslänge in m}$ $\Delta \ell = \text{Längenausdehnung in m}$ $\Delta T = \text{Temperaturdifferenz in K (Kelvin)}$ $V = \text{Endvolumen in m}^3$ $V_0 = \text{Anfangsvolumen in m}^3$ $\Delta V = \text{Volumenausdehnung in m}^3$
Ideales Gas	$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ $m = n \cdot M$ Vorher/Nachher: $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ <hr/> Formeln für die <i>Dichte</i> : $p \cdot M = \rho \cdot R \cdot T$ $m = \rho \cdot V$ Vorher/Nachher: $\frac{p_1}{T_1 \cdot \rho_1} = \frac{p_2}{T_2 \cdot \rho_2}$ <hr/> <i>Kinetik</i> $\overline{E_{\text{kin}}} = \frac{M \cdot v^2}{2} = \frac{3}{2} \cdot R \cdot T$ $p = \frac{2 \cdot \overline{E_{\text{kin}}}}{3} \cdot \frac{n}{V}$	$\overline{E_{\text{kin}}} = \text{Mittlere kinetische Energie in } \frac{\text{J}}{\text{mol}}$ $M = \text{Molare Masse in } \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ $m = \text{Masse in kg}$ $n = \text{Stoffmenge in mol (Mol)}$ $1 \text{ mol} = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ Stück}$ $p = \text{Druck in Pa (Pascal)}$ $R = \text{Gaskonstante} = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$ $\rho = \text{Dichte in } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ $T = \text{Temperatur in K (Kelvin)}$ $V = \text{Volumen in m}^3$ $v = \text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$

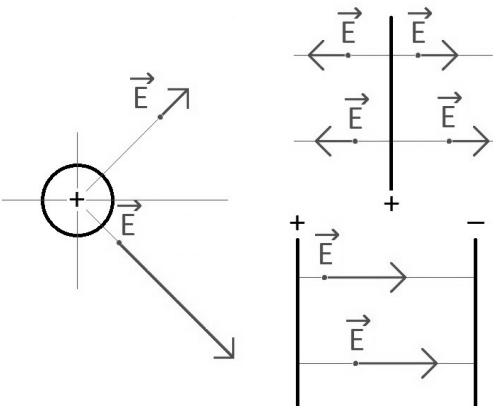
2.2 Wärmeübertragung

<p>Wärme-transport</p>	$Q = \frac{\lambda \cdot \Delta T \cdot A \cdot t}{d}$ <p>bzw. $P = \frac{\lambda \cdot \Delta T \cdot A}{d}$</p> <hr/> <p><i>Mehrschichtige Wand</i></p> $Q = u \cdot \Delta T \cdot A \cdot t$ <p>bzw. $P = u \cdot \Delta T \cdot A$</p> <p>wobei $u = (u_1^{-1} + u_2^{-1} + \dots + u_s^{-1})^{-1}$ und $u_i = \frac{\lambda_i}{d_i}$</p>	<p>$A = \text{Wandfläche}$ in m^2</p> <p>$d = \text{Wanddicke}$ in m</p> <p>λ [lambda] = <i>Wärmeleitfähigkeit</i> (Material) in $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$</p> <p>$P = \text{Leistung}$ in W (Watt)</p> <p>$Q = \text{Wärmemenge}$ in J (Joule)</p> <p>$t = \text{Zeit}$ in s</p> <p>$\Delta T = \text{Temperaturdifferenz}$ in K (Kelvin)</p> <p>$u = \text{Wärmeleitfähigkeit}$ (Wand) in $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$</p>
<p>Wärme-strahlung</p>	$Q = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot A \cdot t$ <p>bzw. $P = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot A$</p>	<p>$A = \text{Fläche}$ in m^2</p> <p>ϵ [epsilon] = <i>Emissionsgrad</i> als Zahl. $0 \leq \epsilon \leq 1$</p> <p>$P = \text{Leistung}$ in W (Watt)</p> <p>$Q = \text{Wärmemenge}$ in J (Joule)</p> <p>σ [sigma] = <i>Stefan-Boltzmann-Konstante</i> $= 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$</p> <p>$t = \text{Zeit}$ in s</p> <p>$T = \text{Temperatur}$ in K (Kelvin)</p>
<p>1. Hauptsatz (Energiesatz)</p>	$Q_{\text{auf}} = Q_{\text{ab}}$ $Q = \begin{cases} c \cdot m \cdot \Delta T & \text{Erwärmen/Abkühlen} \\ \ell_s \cdot m & \text{Schmelzen/Gefrieren} \\ \ell_v \cdot m & \text{Sieden/Kondensieren} \\ H \cdot m & \text{Verbrennen} \\ P \cdot t & \text{Elektr. Heizung} \end{cases}$ <hr/> $\Delta U = Q^{\nearrow} - W^{\nearrow}$ $Q^{\nearrow} = Q_{\text{auf}} - Q_{\text{ab}}$ $W^{\nearrow} = p \cdot \Delta V$ <p><i>Ideales Gas ...</i></p> $U = C_M \cdot T$ $C_M = \begin{cases} \frac{3}{2} R & \text{für Einatom-Gase (He, Ne)} \\ \frac{5}{2} R & \text{für Zweiatom-Gase (N}_2, \text{O}_2) \end{cases}$	<p>$c = \text{Spezifische Wärmekapazität}$ in $\frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{kg}}$</p> <p>$C_M = \text{Molare Wärmekapazität}$ in $\frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$</p> <p>$H = \text{Heizwert}$ in $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$</p> <p>$\ell_s = \text{Spezifische Schmelzwärme}$ in $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$</p> <p>$\ell_v = \text{Spezifische Verdampfungswärme}$ in $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$</p> <p>$m = \text{Masse}$ in kg</p> <p>$p = \text{Druck}$ in Pa (Pascal)</p> <p>$P = \text{Leistung}$ in W (Watt)</p> <p>$Q = \text{Wärmemenge}$ J (Joule)</p> <p>$Q^{\nearrow} = \text{Vom System aufgen. W'menge}$ in J</p> <p>$R = \text{Gaskonstante} = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$</p> <p>$T = \text{Temperatur}$ in K</p> <p>$U = \text{Innere Energie}$ des Systems in J (Joule)</p> <p>$\Delta V = \text{Volumenänderung}$ in m^3</p> <p>$W^{\nearrow} = \text{Vom System geleistete Arbeit}$ in J</p>

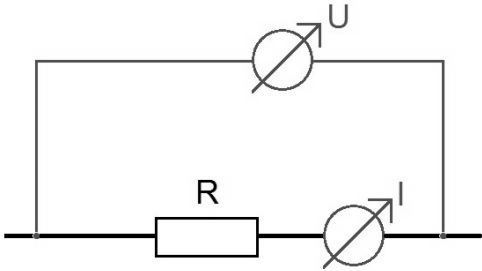
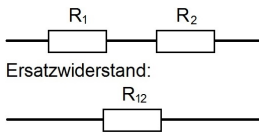
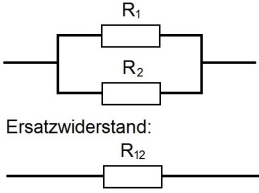
<p>Wärme- kraft- maschine</p>	<p>Dreisatz: $\begin{array}{ l} Q_w \rightarrow 100\% \\ W \rightarrow \eta \end{array}$</p> <p>$Q_w = Q_k + W$ (1. Hauptsatz) [1. HS: Energie geht nicht verloren!]</p> <p>$\eta \leq \eta_{th} = \frac{T_w - T_k}{T_w}$ (2. Hauptsatz) [2. HS: Entropie darf nicht abnehmen!]</p> <hr/> 	<p>η [eta]= <i>Wirkungsgrad</i> als Zahl η_{th} = Theoretisch <i>maximaler Wirkungsgrad</i> als Zahl</p> <p>Q_w = <i>Wärmemenge</i> vom warmen <i>Reservoir</i> in J (Joule)</p> <p>Q_k = <i>Wärmemenge</i> zum kalten <i>Reservoir</i> in J (Joule)</p> <p>T_w = <i>Temperatur</i> des warmen <i>Reservoirs</i> in K (Kelvin)</p> <p>T_k = <i>Temperatur</i> des kalten <i>Reservoirs</i> in K (Kelvin)</p> <p>W = Dem System zugeführte <i>Arbeit</i> in J</p>
<p>Wärmepumpe</p>	<p>Dreisatz: $\begin{array}{ l} W \rightarrow 100\% \\ Q_w \rightarrow \eta \end{array}$</p> <p>$Q_w = Q_k + W$ (1. Hauptsatz) [1. HS: Energie geht nicht verloren!]</p> <p>$\eta \leq \eta_{th} = \frac{T_w}{T_w - T_k}$ (2. Hauptsatz) [2. HS: Entropie darf nicht abnehmen!]</p> <hr/> 	<p>η [eta] = <i>Wirkungsgrad</i> als Zahl η_{th} = Theoretisch <i>maximaler Wirkungsgrad</i> als Zahl</p> <p>Q_w = <i>Wärmemenge</i> zum warmen <i>Reservoir</i> in J (Joule)</p> <p>Q_k = <i>Wärmemenge</i> vom kalten <i>Reservoir</i> in J (Joule)</p> <p>T_w = <i>Temperatur</i> des warmen <i>Reservoirs</i> in K (Kelvin)</p> <p>T_k = <i>Temperatur</i> des kalten <i>Reservoirs</i> in K (Kelvin)</p> <p>W = Dem System zugeführte <i>Arbeit</i> in J</p>
<p>Kältemaschine</p>	<p>Dreisatz: $\begin{array}{ l} W \rightarrow 100\% \\ Q_k \rightarrow \eta \end{array}$</p> <p>$Q_w = Q_k + W$ (1. Hauptsatz) [1. HS: Energie geht nicht verloren!]</p> <p>$\eta \leq \eta_{th} = \frac{T_k}{T_w - T_k}$ (2. Hauptsatz) [2. HS: Entropie darf nicht abnehmen!]</p> <hr/> 	<p>η [eta] = <i>Wirkungsgrad</i> als Zahl η_{th} = Theoretisch <i>maximaler Wirkungsgrad</i> als Zahl</p> <p>Q_w = <i>Wärmemenge</i> zum warmen <i>Reservoir</i> in J (Joule)</p> <p>Q_k = <i>Wärmemenge</i> vom kalten <i>Reservoir</i> in J (Joule)</p> <p>T_w = <i>Temperatur</i> des warmen <i>Reservoirs</i> in K (Kelvin)</p> <p>T_k = <i>Temperatur</i> des kalten <i>Reservoirs</i> in K (Kelvin)</p> <p>W = Dem System zugeführte <i>Arbeit</i> in J</p>

3 Elektrizitätslehre

3.1 Elektrisches Feld


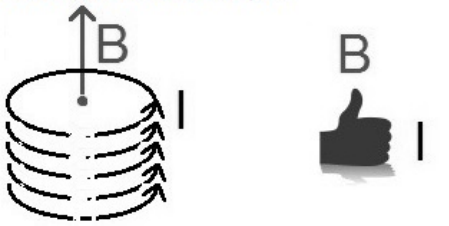

Elektrisches Feld	$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$	\vec{F} = Kraft in N (Newton) \vec{E} = Elektrisches Feld in $\frac{\text{N}}{\text{C}} = \frac{\text{V}}{\text{m}}$ q = Ladung in C (Coulomb)
Elektrische Spannung	$U_{12} = \int_{P_1}^{P_2} \vec{E} \cdot d\vec{s} =$ $= \int_{P_1}^{P_2} \frac{\vec{F} \cdot d\vec{s}}{q} = \int_{P_1}^{P_2} \frac{dW}{q} = \frac{W_{12}}{q}$	\vec{E} = Elektrisches Feld in $\frac{\text{N}}{\text{C}} = \frac{\text{V}}{\text{m}}$ \vec{F} = Kraft in N (Newton) q = Ladung in C (Coulomb) \vec{s} = Weg in m U_{12} = Spannung zwischen Punkt P_1 und P_2 in V (Volt) W_{12} = Freiwerdende Arbeit beim Transport der Ladung q von P_1 nach P_2 in J (Joule)
Elektrisches Feld und elektrische Spannung für ...	<p><i>Punktladung / Geladene Kugel / Kugelkondensator</i></p> $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \text{ - radial nach aussen}$ $U_{12} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ <hr/> <p><i>Geladene Platte</i></p> $E = \frac{Q}{2\epsilon_0 \cdot A} \text{ - senkrecht von Platte weg}$ $U_{12} = \frac{Q}{2\epsilon_0 \cdot A} \cdot (d_2 - d_1)$ <hr/> <p><i>Plattenkondensator</i></p> $E = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot A} \text{ - senkrecht zu den Platten}$ $U_{12} = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot A} \cdot (d_2 - d_1)$	d = Abstand von Platte/positiver Platte in m E = Elektrisches Feld in $\frac{\text{N}}{\text{C}} = \frac{\text{V}}{\text{m}}$ $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V} \cdot \text{m}}$ Q = Ladung in C (Coulomb) r = Abstand von Punktladung/Kugelmittelpunkt in m U_{12} = Spannung zwischen Punkt P_1 und Punkt P_2 in V (Volt) 
Coulombkraft	$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ <p>Die Kraft wirkt auf jede der beiden Ladungen;</p> <ul style="list-style-type: none"> • abstossend, falls die <i>Ladungen</i> gleichpolig (+/+ oder -/-); • anziehend, falls die Ladungen verschiedenpolig (+/- oder -/+) 	F = Kraft in N (Newton) r = Abstand der beiden Ladungen in m Q_1, Q_2 = Ladungen in C (Coulomb) $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V} \cdot \text{m}}$

3.2 Stromkreis

Elektrische Stromstärke	$I = \frac{Q}{t}$	$I = \text{Stromstärke in A (Ampère)}$ $Q = \text{Durchfließende Ladung in C (Coulomb)}$ $t = \text{Zeit in s}$
Stromkreis	$U = R \cdot I \quad (\text{Ohmsches Gesetz})$ $P = U \cdot I$ $P = R \cdot I^2$ $P = \frac{U^2}{R}$ <hr/> 	$I = \text{Stromstärke in A (Ampère)}$ $P = \text{Leistung in W (Watt)}$ $R = \text{Widerstand in } \Omega \text{ (Ohm)}$ $U = \text{Spannung in V (Volt)}$
Serieschaltung	$R_{12} = R_1 + R_2$ $I_{12} = I_1 = I_2$ $U_{12} = U_1 + U_2$ $P_{12} = P_1 + P_2$ <hr/> <p>Für n gleiche Widerstände $R \dots$</p> $R_{\text{tot}} = n \cdot R$ $I_{\text{tot}} = I_1$ $U_{\text{tot}} = n \cdot U_1$ $P_{\text{tot}} = n \cdot P_1$	 $I = \text{Stromstärke in A (Ampère)}$ $P = \text{Leistung in W (Watt)}$ $R = \text{Widerstand in } \Omega \text{ (Ohm)}$ $U = \text{Spannung in V (Volt)}$
Parallelschaltung	$R_{12} = (R_1^{-1} + R_2^{-1})^{-1}$ $I_{12} = I_1 + I_2$ $U_{12} = U_1 = U_2$ $P_{12} = P_1 + P_2$ <hr/> <p>Für n gleiche Widerstände $R \dots$</p> $R_{\text{tot}} = \frac{R}{n}$ $I_{\text{tot}} = n \cdot I_1$ $U_{\text{tot}} = U_1$ $P_{\text{tot}} = n \cdot P_1$	 $I = \text{Stromstärke in A (Ampère)}$ $P = \text{Leistung in W (Watt)}$ $R = \text{Widerstand in } \Omega \text{ (Ohm)}$ $U = \text{Spannung in V (Volt)}$

Spezifischer Widerstand	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$	$A = \text{Querschnittsfläche des Leiters in m}^2$ $\ell = \text{Länge des Leiters in m}$ $R = \text{Widerstand in } \Omega \text{ (Ohm)}$ $\rho [\text{rho}] = \text{Spezifischer Widerstand in } \Omega \cdot \text{m}$
-------------------------	---------------------------------	--

3.3 Magnetisches Feld

Magnetisches Feld	<p>Ein elektrischer Strom erzeugt ein <i>Magnetfeld</i>.</p> <p><i>Langer gerader Leiter:</i></p> $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$ <p><i>Spule:</i></p> $B = \mu_0 \cdot \frac{n}{\ell} \cdot I$ <hr/> <p>Rechte-Hand-Regeln</p> <p>Langer gerader stromdurchflossener Leiter</p>  <p>Stromdurchflossene Spule</p> 	$B = \text{Magnetfeld in T (Tesla)}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$ $\frac{n}{\ell} = \text{Anzahl Windungen pro Länge in m}^{-1}$ $r = \text{Abstand vom Leiter in m}$
Lorentzkraft	<p><i>Kraft auf bewegte Ladung q:</i></p> $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \text{ bzw.}$ $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \angle(\vec{v}, \vec{B})$ <hr/> <p><i>Kraft auf stromdurchflossenen Leiter:</i></p> $\vec{F} = \ell \cdot \vec{I} \times \vec{B} \text{ bzw.}$ $F = \ell \cdot I \cdot B \cdot \sin \angle(\vec{I}, \vec{B})$ <hr/> <p>Rechte-Hand-Regel: Lorentzkraft</p> 	$\vec{B} = \text{Magnetfeld in T (Tesla)}$ $\vec{F} = \text{Kraft in N (Newton)}$ $\vec{I} = \text{Strom in A (Ampère)}$ $\ell = \text{Länge des Leiters in m}$ $q = \text{Ladung in C (Coulomb)}$ $\vec{v} = \text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$

<p>Induktionsgesetz</p>	<p><i>Induzierte Spannung:</i></p> $U_{\text{ind}} = \frac{d\Phi}{dt} \approx \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ <p><i>Lenz'sche Regel</i> für die Richtung der Spannung: Der durch die induzierte Spannung erzeugte Strom bewirkt eine Magnetfeldänderung die der ursächlichen Magnetflussänderung entgegen wirkt.</p> <p>Magnetischer Fluss durch Leiterschleife/Spule: $\Phi = A \cdot B \cdot n \cdot \cos(\angle(\vec{A}, \vec{B}))$</p>	<p>A = Fläche in m^2 \vec{A} = Vektor senkrecht zur Fläche in m^2 \vec{B} = Magnetfeld in T n = Anzahl Leiterschleifen Φ [Phi] = <i>Magnetischer Fluss</i> in Vs t = Zeit in s U_{ind} = <i>Induzierte Spannung</i> inV (Volt)</p>
-------------------------	--	---

4 Physikalische Grössen, Einheiten und Konstanten

Physikalische Grössen und Einheiten		
Arbeit	Joule	$J = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2}$
Beschleunigung		$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Drehmoment		Nm
Druck	Pascal	$\text{Pa} = \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}$
Elektrische Ladung	Coulomb	$C = \text{As}$
Elektrisches Feld		$\frac{V}{m} = \frac{\text{mkg}}{\text{As}^3}$
Energie	Joule	$J = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2}$
Fläche		m^2
Frequenz	Hertz	$\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$
Geschwindigkeit		$\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Impuls		$\frac{\text{mkg}}{\text{s}}$
Kraft	Newton	$N = \frac{\text{mkg}}{\text{s}^2}$
Kreisfrequenz		$\frac{1}{\text{s}}$
Länge	Meter	m
Leistung	Watt	$W = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^3}$
Magnetischer Fluss		Vs
Magnetisches Feld	Tesla	$T = \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$
Masse	Kilogramm	kg
Spannung	Volt	$V = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{As}^3}$
Spezifischer Widerstand		Ωm
Stoffmenge	Mol	mol
Stromstärke	Ampère	A
Temperatur	Kelvin	K
Volumen		m^3
Wärmemenge	Joule	$J = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{s}^2}$
Widerstand	Ohm	$\Omega = \frac{V}{A} = \frac{\text{m}^2\text{kg}}{\text{A}^2\text{s}^3}$
Wirkungsgrad		
Zeit	Sekunde	s

Vorsilben
Tera = T = 10^{12}
Giga = G = 10^9
Mega = M = 10^6
kilo = k = 10^3
milli = m = 10^{-3}
mikro = μ = 10^{-6}
nano = n = 10^{-9}
piko = p = 10^{-12}

Umwandlungen
$3.6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$1\text{kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{J}$
$1\text{bar} = 10^5 \text{Pa}$
$1\text{PS} = 736\text{W}$
$t\text{C}^\circ = (t + 273.15)\text{K}$

Physikalische Konstanten	
Absoluter Nullpunkt	$0\text{K} = -273.15^\circ\text{C}$
Avogadrokonstante	$1\text{mol} = 6.022 \cdot 10^{23}$
Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$
Elementarladung	$e = 1.602 \cdot 10^{-19}\text{C}$
(Erdbeschleunigung)	$9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
(Erdbeschleunigung)	$5.97 \cdot 10^{24}\text{kg}$
(Erdradius)	$6.37 \cdot 10^6\text{m}$
Gaskonstante	$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}}$
Gravitationskonstante	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c = 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Magnetische Feldkonstante	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$
Masse Elektron	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31}\text{kg}$
Masse Neutron	$m_n = 1.675 \cdot 10^{-27}\text{kg}$
Masse Proton	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27}\text{kg}$
(Schallgeschwindigkeit)	$340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
(Solarkonstante)	$1370 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
(Sonnenmasse)	$1.99 \cdot 10^{30}\text{kg}$
Stefan-Boltzmann-Konstante	$\sigma = 5.670 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4}$

Stichwortverzeichnis

- 1. Hauptsatz, 12, 13
- 2. Hauptsatz, 13

- Abgefuehrte Arbeit, 7
- Abkuehlen, 12
- Absoluter Nullpunkt, 18
- Ampere, 15, 18
- Anfangsgeschwindigkeit, 3, 7
- Anzahl Windungen, 16
- Arbeit, 7, 8, 18
- Aufgenommene Waermemenge, 12
- Auftriebskraft, 7
- Auslenkung, 5, 9
- Auslenkungswinkel, 9
- Avogadrokonstante, 18

- Bahngeschwindigkeit, 4
- Beschleunigung, 3, 5, 6, 9, 18
- Beschleunigungsarbeit, 7

- Coulomb, 14, 18
- Coulombkraft, 14

- Dichte, 11
- Differentialgleichung (harmonische Schwingung), 9
- Differentialrechnung, 3
- Dopplereffekt, 10
- Drehmoment, 6, 18
- Druck, 5, 18

- Einatom-Gase, 12
- Eingetauchtes Volumen, 7
- Einheiten, 18
- Elektrische Ladung, 18
- Elektrische Feldkonstante, 18
- Elektrische Heizung, 12
- Elektrische Spannung, 14
- Elektrische Stromstaerke, 15
- Elektrisches Feld, 14, 18
- Elementarladung, 18
- Emissionsgrad, 12
- Endgeschwindigkeit, 3, 7
- Energie, 7, 18
- Energieerhaltungssatz, 7
- Energiesatz, 12
- Erdbeschleunigung, 4, 5, 18
- Erdmasse, 18
- Erdradius, 18
- Erwaermen, 12

- Fadenlaenge, 9
- Fadenpendel, 9
- Feder-Energie, 7
- Federkonstante, 5, 9
- Federkraft, 5
- Federpendel, 9
- Flaeche, 5, 18
- Flaechenausdehnung, 11
- Flaechenausdehnungskoeffizient, 11
- Freiwerdene Arbeit, 14
- Frequenz, 4, 9, 18

- Gaskonstante, 11, 12, 18
- Gefrieren, 12
- Geladene Kugel, 14
- Geladene Platte, 14

- Geleistete Arbeit, 12
- Geschwindigkeit, 3, 9, 18
- Geschwindigkeitsaenderung, 6
- Gewichtskraft, 7
- Giga, 18
- Gleichfoermige Bewegung, 3
- Gleichmaessig beschleunigte Bewegung, 3
- Gravitations-Energie, 7
- Gravitationsbeschleunigung, 5
- Gravitationsgesetz, 5
- Gravitationskonstante, 5, 18
- Gravitationskraft, 5

- Hangkraft, 5
- Harmonische Schwingung, 9
- Hebelgesetz, 6
- Heizwert, 12
- Hertz, 4, 18
- Hubarbeit, 7
- Hydrostatik, 7

- Ideales Gas, 11, 12
- Impuls, 6, 18
- Impulsaenderung, 6
- Impulserhaltungssatz, 6
- Induktionsgesetz, 17
- Induzierte Spannung, 17
- Induzierte Spannung, 17
- Innere Energie, 12

- Joule, 7, 18

- Kaeltemaschine, 13
- Kelvin, 11, 18
- kilo, 18
- Kilogramm, 18
- Kinetik des idealen Gases, 11
- Kinetische Energie, 7
- Kondensieren, 12
- Konstanten, 18
- Kraft, 5, 18
- Kraft auf bewegte Ladung, 16
- Kraft auf stromdurchflossenen Leiter, 16
- Kraft in Wegrichtung, 7
- Kraftstoss, 6
- Kreisbewegung, 4
- Kreisfrequenz, 9, 18
- Kugelkondensator, 14

- Laenge, 18
- Ladung, 14
- Laenge des Leiters, 16
- Laengenausdehnung, 11
- Laengenausdehnungskoeffizient, 11
- Langer gerader Leiter, 16
- Leistung, 8, 15, 18
- Lenz'sche Regel, 17
- Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, 18
- Lorentzkraft, 16

- Magnetfeld, 16
- Magnetische Feldkonstante, 18
- Magnetischer Fluss, 17, 18
- Magnetisches Feld, 16, 18
- Masse, 5, 11, 18
- Masse Elektron, 18

Masse Neutron, 18
 Masse Proton, 18
 Maximaler Wirkungsgrad, 13
 Mega, 18
 Mehrschichtige Wand, 12
 Meter, 18
 mikro, 18
 milli, 18
 Mittlere Beschleunigung, 3
 Mittlere Geschwindigkeit, 3
 Mittlere kinetische Energie, 11
 Mol, 11, 18
 Molare Masse, 11
 Molare Wärmekapazität, 12
 Momentane Beschleunigung, 3
 Momentane Geschwindigkeit, 3

 nano, 18
 Newton, 5, 18
 Newton's 2. Axiom, 6
 Normalkraft, 5
 Nutzarbeit, 8
 Nutzleistung, 8

 Ohm, 15, 18
 Ohmsches Gesetz, 15
 Ort, 9

 Parallelschaltung, 15
 Pascal, 5, 18
 Phasenwinkel, 9
 piko, 18
 Plattenkondensator, 14
 Potentielle Energie, 7
 Punktladung, 14

 Querschnittsfläche des Leiters, 16

 Rechte-Hand-Regel, 16
 Reibkoeffizient, 5
 Reibkraft, 5
 Reservoir, 13
 Resultierende Kraft, 6
 Resultierendes Drehmoment, 6

 Schallgeschwindigkeit, 18
 Scheinkräfte, 5
 Schiefer Wurf, 4
 Schmelzen, 12
 Schweredruck, 7
 Schwerkraft, 5
 Schwingzeit, 9
 Sekunde, 18
 Serieschaltung, 15
 Sieden, 12
 Solarkonstante, 18
 Sonnenmasse, 18
 Spannung, 14, 15, 18
 Spezifische Schmelzwärme, 12
 Spezifische Verdampfungswärme, 12
 Spezifische Wärmekapazität, 12
 Spezifischer Widerstand, 16, 18
 Spule, 16
 Statisches Gleichgewicht, 6
 Stefan-Boltzmann-Konstante, 12, 18
 Stoffmenge, 11, 18
 Strecke, 3
 Stromkreis, 15
 Stromstärke, 18

 Stromstärke, 15

 Temperatur, 11–13, 18
 Temperaturdifferenz, 11
 Tera, 18
 Tesla, 16, 18

 Umlaufzeit, 4
 Umwandlungen, 18

 v-t-Diagramm, 3
 Verbrennen, 12
 Volt, 14, 18
 Volumen, 11, 18
 Volumenaenderung, 12
 Volumenausdehnung, 5, 11
 Volumenausdehnungskoeffizient, 11
 Vorsilben, 18

 Wärmemenge, 18
 Waermekraftmaschine, 13
 Waermeleitfähigkeit, 12
 Waermemenge, 12, 13
 Waermepumpe, 13
 Waermestrahlung, 12
 Waermetransport, 12
 Wanddicke, 12
 Wandfläche, 12
 Watt, 8, 18
 Weg, 3
 Wellenlehre, 9
 Wellenzahl, 9
 Widerstand, 15, 16, 18
 Winkelgeschwindigkeit, 4
 Wirkungsgrad, 8, 13, 18
 Wurfparabel, 4

 Zeit, 3, 18
 Zeitintervall, 6
 Zentripetalbeschleunigung, 4
 Zentripetalkraft, 4
 Zugeführte Arbeit, 7, 8
 Zugeführte Leistung, 8
 Zweiatom-Gase, 12