

Physikalische Formeln

Oliver Gebele, dg2og@dar.c.de

13. Januar 2009

Allgemeines

Dichte:

$$\boxed{\rho = \frac{m}{V}}$$
 Dichte = $\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$

$\frac{\rho}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$	$\frac{m}{\text{kg}}$	$\frac{V}{\text{m}^3}$
---	-----------------------	------------------------

Elastische Verformung (Hookesches Gesetz):

$$\boxed{F = D \cdot s}$$
 Kraftänderung = Federkonstante · Längenänderung

$\frac{F}{\text{N}}$	$\frac{D}{\frac{\text{N}}{\text{m}}}$	$\frac{s}{\text{m}}$
----------------------	---------------------------------------	----------------------

Gewichtskraft:

$$\boxed{F_G = m \cdot g}$$
 Gewichtskraft = Masse · Fallbeschleunigung

$\frac{F_G}{\text{N}}$	$\frac{m}{\text{kg}}$	$\frac{g}{\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{N}}{\text{kg}}}$
------------------------	-----------------------	--

Reibungskraft:

$$\boxed{F_R = \mu \cdot F_N}$$
 Reibungskraft = Reibzahl · Normalkraft

$\frac{F_R}{\text{N}}$	$\frac{\mu}{1}$	$\frac{F_N}{\text{N}}$
------------------------	-----------------	------------------------

Bewegungslehre

Geradlinige Bewegung

Geschwindigkeit:

$$\boxed{v = \frac{\Delta s}{\Delta t}}$$
 Geschwindigkeit = $\frac{\text{Wegänderung}}{\text{Zeitintervall}}$

$\frac{v}{\frac{\text{m}}{\text{s}}}$	$\frac{\Delta s}{\text{m}}$	$\frac{\Delta t}{\text{s}}$
---------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Beschleunigung:

$$\boxed{a = \frac{\Delta v}{\Delta t}}$$
 Beschleunigung = $\frac{\text{Geschwindigkeitsänderung}}{\text{Zeitintervall}}$

$\frac{a}{\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$	$\frac{\Delta v}{\frac{\text{m}}{\text{s}}}$	$\frac{\Delta t}{\text{s}}$
---	--	-----------------------------

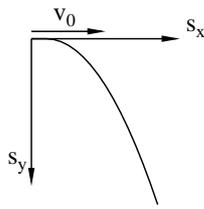
Unbeschleunigte Bewegung mit Anfangsbedingung:

$$\boxed{s = v \cdot t + s_0} \quad \boxed{v = \text{const.}} \quad \boxed{a = 0}$$

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit Anfangsbedingung (Freier Fall $a = g$):

$$\boxed{s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 \cdot t + s_0} \quad \boxed{v = a \cdot t + v_0} \quad \boxed{a = \text{const.}}$$

Wurf:
Waagrecht Wurf



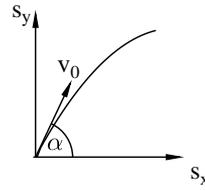
$$s_x = v_0 t$$

$$s_y = 0.5 \cdot g t^2$$

$$v_x = v_0$$

$$v_y = \sqrt{2gh}$$

Schräger Wurf



$$s_x = v_0 t \cdot \cos \alpha$$

$$s_y = v_0 t \cdot \sin \alpha - 0.5 \cdot g t^2$$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot t$$

$$s_w = (v_0^2 \cdot \sin 2\alpha) / g$$

s_w Wurfweite

Kreisförmige Bewegung

Winkelgeschwindigkeit:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

Winkelgeschwindigkeit = $\frac{\text{Winkeländerung}}{\text{Zeitintervall}}$

ω	$\Delta \varphi$	Δt
$\frac{1}{s} = \frac{\text{rad}}{s}$	$1 = \text{rad}$	s

Winkelbeschleunigung:

$$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

Winkelbeschleunigung = $\frac{\text{Winkelgeschwindigkeitsänderung}}{\text{Zeitintervall}}$

α	$\Delta \omega$	Δt
$\frac{1}{s^2} = \frac{\text{rad}}{s^2}$	$\frac{1}{s} = \frac{\text{rad}}{s}$	s

Drehzahl:

$$n = \frac{z}{t}$$

Drehzahl = $\frac{\text{Umdrehungen}}{\text{Zeitintervall}}$

n	z	t
$\frac{1}{s}$	1	s

$$\omega = 2\pi n$$

Winkelgeschwindigkeit = $2\pi \cdot \text{Drehzahl}$

ω	n
$\frac{1}{s} = \frac{\text{rad}}{s}$	$\frac{1}{s} = \frac{\text{rad}}{s}$

Zusammenhang zu den geradlinigen Größen:

$$s = \varphi \cdot r \quad v_t = \omega \cdot r \quad a_t = \alpha \cdot r$$

v_t tangentielle Geschwindigkeit

a_t tangentielle Beschleunigung

Kräfte

Beschleunigende Kraft:

$$F = m \cdot a$$

Kraft = Masse · Beschleunigung

F	m	a
N	kg	$\frac{N}{kg} = \frac{m}{s^2}$

Zentrifugalkraft:

$$F_z = m \cdot \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

F_z	m	v	ω	r
N	kg	$\frac{m}{s}$	$\frac{1}{s} = \frac{\text{rad}}{s}$	m

Gravitationsgesetz:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

F	G	m_1, m_2	r
N	$\frac{Nm^2}{kg^2}$	kg	m

Drehmoment:

$$M = r \cdot F$$

Drehmoment = Hebelarm (senkrecht zur Kraft) · Kraft

M	r	F
Nm	m	N

Impuls:

$$\boxed{p = m \cdot v} \quad \text{Impuls} = \text{Masse} \cdot \text{Geschwindigkeit} \quad \frac{p}{\frac{\text{kg m}}{\text{s}}} \mid \frac{m}{\text{kg}} \mid \frac{v}{\frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Drehimpuls:

$$\boxed{L = J \cdot \omega} \quad \text{Drehimpuls} = \text{Massenträgheitsmoment} \cdot \text{Winkelgeschwindigkeit} \quad \frac{L}{\frac{\text{kg m}^2}{\text{s}}} \mid \frac{J}{\text{kg m}^2} \mid \frac{\omega}{\frac{1}{\text{s}}}$$

Energie

Arbeit Energie:

$$\boxed{W = F \cdot s} \quad \text{Arbeit} = \text{Kraft} \cdot \text{Wegkomponente in Krafrichtung} \quad \frac{W}{\text{J} = \text{Nm}} \mid \frac{F}{\text{N}} \mid \frac{s}{\text{m}}$$

Hubarbeit (Potentielle Energie):

$$\boxed{W_{\text{hub}} = m \cdot g \cdot h = E_{\text{pot}}} \quad h \text{ Höhe} \quad \frac{W}{\text{J}} \mid \frac{m}{\text{kg}} \mid \frac{g}{\frac{\text{N}}{\text{kg}}} \mid \frac{h}{\text{m}}$$

Reibarbeit:

$$\boxed{W_{\text{reib}} = F_r \cdot s} \quad \begin{array}{l} F_r \text{ Reibungskraft} \\ s \text{ Reibungsweg} \end{array} \quad \frac{W}{\text{J}} \mid \frac{F_r}{\text{N}} \mid \frac{s}{\text{m}}$$

Spannarbeit:

$$\boxed{W_{\text{spann}} = \frac{1}{2} D s^2} \quad \begin{array}{l} D \text{ Federkonstante} \\ s \text{ Spannweg} \end{array} \quad \frac{W}{\text{J}} \mid \frac{D}{\frac{\text{N}}{\text{m}}} \mid \frac{s}{\text{m}}$$

Beschleunigungsarbeit (Kinetische Energie):

$$\boxed{W_{\text{besch}} = \frac{1}{2} m v^2 = E_{\text{kin}}} \quad v \text{ Geschwindigkeit} \quad \frac{W}{\text{J}} \mid \frac{m}{\text{kg}} \mid \frac{v}{\frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Rotationsenergie:

$$\boxed{W_{\text{rot}} = \frac{1}{2} J \omega^2} \quad J \text{ Massenträgheitsmoment} \quad \frac{W}{\text{J}} \mid \frac{J}{\text{kg} \cdot \text{m}^2} \mid \frac{\omega}{\frac{1}{\text{s}} = \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

Wärmeenergie:

$$\boxed{Q_{\text{besch}} = m \cdot c \cdot \Delta T} \quad c \text{ Wärmekapazität} \quad \frac{Q}{\text{J}} \mid \frac{m}{\text{kg}} \mid \frac{c}{\frac{\text{J}}{\text{kgK}}} \mid \frac{\Delta T}{\text{K}}$$

Energie für Phasenübergang:

$$\boxed{Q_{\text{besch}} = m \cdot c} \quad \begin{array}{l} c_s \text{ spez. Schmelzwärme} \\ c_v \text{ spez. Verdampfungswärme} \end{array} \quad \frac{Q}{\text{J}} \mid \frac{m}{\text{kg}} \mid \frac{c}{\frac{\text{J}}{\text{kg}}}$$

Leistung:

$$\boxed{P = \frac{W}{t} = U \cdot I = M \cdot \omega = F \cdot v} \quad \text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeitintervall}} \quad \frac{P}{\text{W}} \mid \frac{W}{\text{J}} \mid \frac{t}{\text{s}} \mid \frac{U}{\text{V}} \mid \frac{I}{\text{A}} \mid \frac{M}{\text{Nm}} \mid \frac{\omega}{\frac{1}{\text{s}}} \mid \frac{F}{\text{N}} \mid \frac{v}{\frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Wirkungsgrad:

$$\boxed{\eta = \frac{W_{\text{ab}}}{W_{\text{zu}}} = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}}} \quad \text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgeführte Arbeit/Leistung}}{\text{zugeführte Arbeit/Leistung}} \quad \frac{\eta}{1} \mid \frac{W}{\text{J}} \mid \frac{P}{\text{W}}$$

Strömungsmechanik

Druck:

$$p = \frac{F}{A}$$

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$$

$$\frac{p}{\text{Pa}} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \left| \begin{array}{c} F \\ \text{N} \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} A \\ \text{m}^2 \end{array} \right|$$

Schweredruck:

$$p = \rho g h$$

$$\frac{p}{\text{Pa}} \quad \left| \begin{array}{c} \rho \\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} g \\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} h \\ \text{m} \end{array} \right|$$

Volumenstrom:

$$\dot{V} = \frac{V}{t}$$

$$\frac{\dot{V}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \quad \left| \begin{array}{c} V \\ \text{m}^3 \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} t \\ \text{s} \end{array} \right|$$

Massenstrom:

$$\dot{m} = \frac{m}{t}$$

$$\frac{\dot{m}}{\frac{\text{kg}}{\text{s}}} \quad \left| \begin{array}{c} m \\ \text{kg} \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} t \\ \text{s} \end{array} \right|$$

Elektrischer Strom (Ladungsstrom):

$$\dot{q} = I = \frac{q}{t}$$

$$\frac{\dot{q}}{\text{A} = \frac{\text{C}}{\text{s}}} \quad \left| \begin{array}{c} q \\ \text{C} \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} t \\ \text{s} \end{array} \right|$$

Kontinuitätsgleichung:

$$\dot{V} = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Bernoulligleichung:

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Hagen-Poiseullesches-Gesetz:

$$F_R = 8\pi\eta l \bar{v}$$

Strömungswiderstand:

$$\dot{V} = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Reynoldszahl:

$$Re = \frac{vl}{\nu} = \frac{\rho vl}{\eta}$$

Ausfluss aus Gefäßen:

$$v = \mu A \sqrt{2gh}$$

Barometrische Höhenformel:

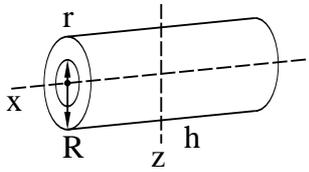
$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{h}{h_0}} \quad h_0 = 8.6 \text{ km}$$

Auftrieb:

$$F_A = \rho_{F1} \cdot g \cdot V_{F1}$$

Tabellen

Massenträgheitsmoment:



$$J_x = \frac{1}{2}m(R^2 - r^2)$$

$$J_z = \frac{1}{4}m(R^2 + r^2 + \frac{1}{3}h^2)$$

Konstanten:

c	Lichtgeschwindigkeit	299792500	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
N_A	Avogadro-Konstante	$6.0221 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
g	Fallbeschleunigung	9.81	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
g_M	Fallbeschleunigung (Mond)	1.62	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
G	Gravitationskonstante	$6.6726 \cdot 10^{-11}$	$\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
	Solarkonstante	1.374	$\text{kW} \cdot \text{m}^{-1}$

Dichte:

Aluminium	2.7	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
Eis	0.9	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
Eisen	7.9	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
Gold	19.3	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
Kupfer	8.9	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
Silber	10.5	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
Meerwasser	1.02	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
Wasser (4°C)	1.02	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
Luft	1.293	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Sonnensystem:

Sonne:	Masse	$1.98 \cdot 10^{30}$	kg
	Radius	$6.95 \cdot 10^5$	km
	Oberflächentemperatur	5800	K
Erde:	Masse	$5.974 \cdot 10^{24}$	kg
	Radius	6370	km
	Abstand von der Sonne	$149.68 \cdot 10^6$	km
Mond:	Masse	$7.34 \cdot 10^{22}$	kg
	Radius	1740	km
	Abstand von der Erde	384400	km
	Umlaufdauer	27.322	d

Wärmekapazität:

Benzin	2020	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Wasser	4182	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Glas	830	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Stahl	450	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Kupfer	385	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Spezifische Schmelz- und Verdampfungswärme:

	spezifische Schmelzwärme	spezifische Verdampfungswärme	
Kupfer	213		$J \cdot K^{-1}$
Eis	335		$J \cdot K^{-1}$
Kupfer		419	$J \cdot K^{-1}$
Kupfer		2454	$J \cdot K^{-1}$

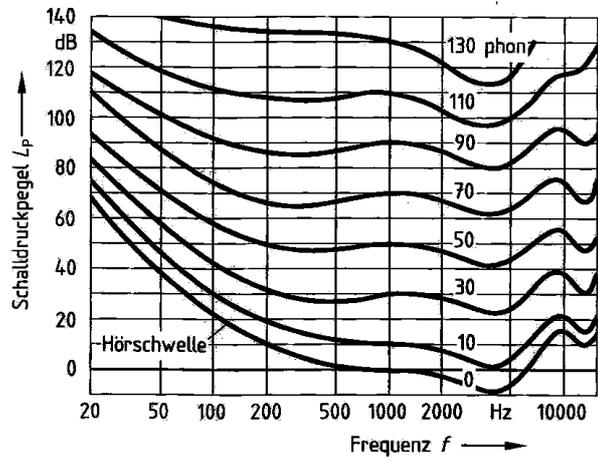
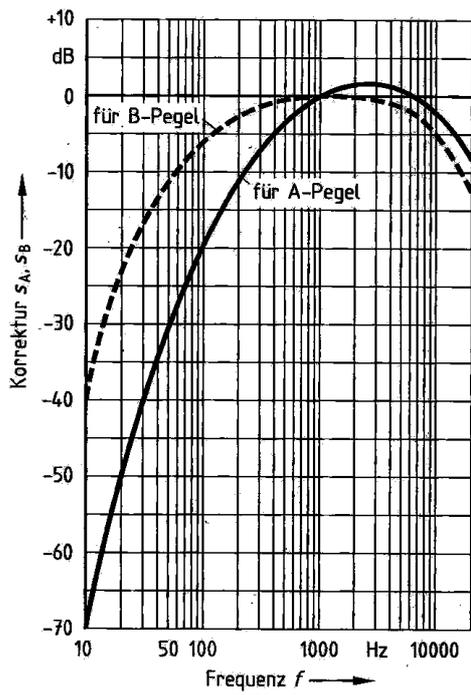
Reibzahl:

	Haftreibung	Gleitreibung
Stahl – Stahl	0.15	0.12
Stahl – Eis	0.03	0.014
Holz – Holz	0.6	0.5

Luftzusammensetzung:

78%	N ₂	Stickstoff
21%	O ₂	Sauerstoff
1%	Ar	Argon
0.04%	CO ₂	Kohlendioxid
Rest		andere Gase

Akustik



Kurven gleicher Lautstärkepegel für Sinustöne

Schalldruckpegel-Korrekturen s_A und s_B für A-Pegel und B-Pegel

Strompreis 2009: 0.21 €

Durchschnittlicher Preis: 1500 kWh/Jahr/Person

Die Sonne strahlt $3.8 \cdot 10^{26}$ J,

die Erde empfängt auf der Atmosphärenhülle 1.37 kJ/m^2 , davon kommen 50% auf der Erdoberfläche an

1 kcal = 4.184 kJ

Der Mensch hat einen Energieverbrauch von etwa $10000 \text{ kJ} \approx 2500 \text{ kcal}$

1 g Eiweiss = 17 kJ

1 g Kohlehydrate = 18 kJ

1 g Fett = 39 kJ

Energieverbrauch:

Grundumsatz in *kcal*

Frau: $700 + 7 \cdot m$

Mann: $900 + 10 \cdot m$

Seilspringen	8 - 12 kcal/(kg · h)
Schnelles Joggen	13.4 kcal/(kg · h)
Radfahren 15 km/h	3.35 kcal/(kg · h)
Radfahren 25 km/h	7.65 kcal/(kg · h)
Schwimmen	7.65 kcal/(kg · h)