Linearbewegung:
$$x(t) = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0 \qquad t = \sqrt{\frac{2h}{a}}$$
$$v(t) = at + V_0 \qquad v = \sqrt{2ah}$$
$$a(t) = a \qquad a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Kreisbewegung:
$$\Theta = w_0 t + \frac{1}{2}At^2$$
$$w = w_0 + At$$
$$\vec{V} = \vec{w} \times \vec{r} \qquad \begin{array}{l} s = r\Theta \\ a = r\alpha \end{array}$$

Drehmoment:
$$M = r \cdot F$$
$$\vec{M} = I \cdot \alpha$$
$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Trägheitsmoment:
$$I = \sum_i m_i \cdot r_i^2$$
$$I = \int r^2 \, dm$$
$$M = \vec{L} \times \vec{w}$$

Drehimpuls:
$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$
$$L = Iw$$

Kreisbahn:
$$L = m v r = m r^2 w = Iw$$
$$w = \frac{\Delta \Theta}{\Delta t}$$
$$w = \frac{2\pi}{T} \qquad T = \frac{2\pi r}{v} \qquad T = \frac{1}{f}$$

Kräfte rot. Scheibe
Hebelarm: $L = r_i \sin \phi_i \qquad M = m_i r_i^2 \cdot \alpha$
radial: $F_{ir} = F_i \cos \phi_i$
tangential: $F_{it} = F_i \sin \phi_i$

kin E. der Drehb.
$$\bar{E}_{trans} = \frac{1}{2} m_{ges} V_s^2$$
$$E_{rot} = \sum_i \frac{1}{2} m_i \cdot u_i^2$$

Arbeit:
$$dW_i = M_i d\Theta$$

Energie:
$$E_{kin} = \frac{1}{2} I w^2$$

Leistung:
$$P = \dot{W} = M \cdot w$$

Frequenz:
$$f = \frac{w}{2\pi}$$

Maxw. Rad
$$F_2 = m g \frac{I}{I + m \cdot r^2}$$

Trägheitsmom. flach. körp.
$$I_z = 2 I_x \qquad I_x = I_y = \frac{1}{2} m_{ges} R^2$$

Foucaultsches Pendel
$$T = \frac{2\pi}{w \sin \lambda}$$

Kraft:
$$F = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot a$$

Impuls:
$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Konisches Pendel
$$\sin(\alpha) = \frac{r}{L}$$
$$F_z = \frac{m \cdot g}{\cos \alpha}$$
$$v = \sqrt{g r \tan \alpha} = \sqrt{\frac{g r^2}{L}}$$

Eimer W.
$$v_0 = \sqrt{g r}$$

Wasserglas:
$$y = \frac{w^2}{g} \cdot r$$

Zentripetal:
$$a = v^2 / r = w^2 \cdot r \qquad \vec{F} = -w^2 \cdot m \cdot \vec{r}$$
$$V = 2\pi r / T$$
$$w = 2\pi / T = 2\pi v$$

Zentrifugal
$$F_2 = m \cdot V^2 / r$$

Wurfbewegung
$$\vec{x}(t) = \begin{pmatrix} x_0 + V_{0x} t \\ y_0 + V_{0y}t - \frac{1}{2}g t^2 \end{pmatrix}$$
$$\vec{V}_0 = \begin{pmatrix} V_{0x} \\ V_{0y} - g \cdot t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_0 \cdot \cos \Theta \\ V_0 \cdot \sin \Theta \end{pmatrix}$$

Flugzeit:
$$y = 0$$

Reichweite:
$$R = \frac{V_0^2 \cdot \sin(2\Theta)}{g}$$

Reichweite:
Flugzeit
Höchster Punkt:
$$V_y(t) = 0$$

Senkrechter Wurf:
$$V = \sqrt{2gh}$$
$$x_0 = y_0 = 0$$
$$y(x) = \left(\frac{V_{0y}}{V_{0x}}\right) x - \frac{1}{2}\left(\frac{g}{V_{0x}}\right) x^2$$
$$x = \sqrt{\frac{2 V_0^2 \cdot y_0}{g}}$$

Hook'sche Gesetz:
$$F(x) = -h x$$

Zurückgel. S und v
$$v^2 = V_0^2 + 2a \cdot s$$

Pirouette
$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{1+\alpha}{\alpha} \qquad \alpha = \frac{I_m}{m R_i^2}$$

Harm. Schwingung. mat. Pendel
$$\frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{g}{L} \cdot s$$
$$s(t) = A \cdot \sin(wt + \delta)$$
$$w = \sqrt{\frac{g}{L}} = 2\pi v = \frac{2\pi}{T}$$
$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$
$$V = \sqrt{2g \cdot L(1 - \cos \alpha)}$$

Feder
$$y = A \cdot \cos(wt + \delta)$$
$$w = \sqrt{\frac{k}{m}}$$
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Rollende körper
Rollbed.:
$$s = R \cdot \phi$$
$$V_s = R \cdot w$$
$$a_s = R \dot{w} = R \cdot \alpha$$

Bowlingk.
Trans:
$$a = -\mu_G \cdot g = \frac{F_R}{m}$$
$$V = V_0 - \mu_G \cdot g$$

Rot:
$$\alpha = \frac{5}{2}\left(\frac{\mu_G \cdot g}{R}\right)$$
$$w = \frac{5}{2}\left(\frac{\mu_G \cdot g}{R}\right) t$$

Rollbed. erreichen:
$$t = \frac{2}{7}\left(\frac{V_0}{\mu_G \cdot g}\right)$$
$$V = \frac{5}{7} V_0$$

Gravitation:
New. Grav.:
$$\vec{F}_{12} = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \cdot \frac{\vec{r}_{12}}{|\vec{r}_{12}|}$$
$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \qquad a = \frac{G \cdot M}{r^2}$$
$$F_g = m \cdot g$$

innerhalb Radius:
$$M(r) = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3 \cdot \delta$$
$$F = -G \cdot m \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot r \cdot \delta$$

Kepler's Gesetze
1. Planete elliptische Bahnen, Sonne im Brennpunkt
2. Verbindungslinie Sonne-Planeten: gleiche Zeit = gleiche Fläche
3. $T^2 \sim r^3$
$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} \cdot r^3$$

Schwerpunkt
$$m_{ges} x_s = m_1 x_1 + m_2 x_2$$

Steinerscher Satz
$$I_{ges} = I_s + m_{ges} h^2$$

Rakete:
$$V_g = V_R(t) - u_g \qquad \Delta \vec{p} = \int_T^{t+\Delta t} \vec{F} dt \qquad V_f - V_i = u_g \cdot \ln\left(\frac{m_i}{m_f}\right) - gt$$
$$F_s = u_g \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t} \qquad m(t)\frac{dv(t)}{dt} = u_g \left| \frac{dm(t)}{dt} \right| + F_{ext}$$

Körper schiefe Ebene
$$a_s = \frac{m \cdot g \cdot \sin \Theta}{m + I_s / R^2}$$
Zylinder:
$$a_s = \frac{2}{3} g \cdot \sin \Theta$$
Hohlzylinder:
$$a_s = \frac{1}{2} g \cdot \sin \Theta$$
Kugel:
$$a_s = \frac{5}{7} g \cdot \sin \Theta$$
$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{(1 + I_s / m \cdot R^2)}}$$

Kreisel
Präzession:
$$w = \frac{m \cdot g \cdot d}{L}$$
$$M = d \cdot m \cdot g \cdot \sin d$$

Arbeit
$$W = F \cdot \cos(\Theta) \cdot \Delta x = F_x \cdot \Delta x = \int_x^{x+\Delta x} F_x(x) dx$$
$$W = \frac{1}{2} m V_f^2 - \frac{1}{2} m V_i^2$$

Kinetische Energie
$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$
$$V_f = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{kin}}{m}}$$
$$V_i = 0 \ \& \ Stör. frei$$
$$\Delta E_{kin} = W$$

veränderliche Kraft
$$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx$$
$$\Delta E_{kin} = \frac{1}{2} m V_2^2 - \frac{1}{2} m V_1^2$$

Leistung
$$P = \frac{dW}{dt} = F \cdot \vec{v}$$
$$P = \frac{E}{t}$$

Hangfahrt
$$F_H = m \cdot g \sin \Theta \qquad W = m \cdot g \cdot h$$
$$\bar{F}_{GN} = m \cdot g \cos \Theta \qquad V = \sqrt{2g/h}$$

Potentielle Energie
Lage:
$$E_{pot} = E_{pot}^0 + m \cdot g \cdot y$$
Feder:
$$E_{pot} = \frac{1}{2} h x^2 + E_{pot_0}$$

Stöße:
inelastisch: Impulserhaltung
elastisch: Impulserhaltung
Energieerhaltung

Allg.
$$V_1 = \frac{2 m_2}{(m_2 + m_1)} V_i$$
$$V_2 = V_i \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}$$

Spezial:
1. $m_1 = m_2 \Rightarrow V_{f_2} = 0 \quad V_{f_1} = V_i$
2. $m_1 \gg m_2 \Rightarrow V_{f_2} = -V_i \quad V_{f_1} = 0$
3. $m_2 \gg m_1 \Rightarrow V_{f_1} = V_i \quad V_{f_1} = 2V_i$

nicht zentral:
$$\Delta V_1 = (F \cdot \Delta t) \cdot \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{pmatrix}$$
$$\Delta V_2 = (F \cdot \Delta t) \cdot \left(-\begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin d \end{pmatrix}\right)$$

Spezial
$$m_1 = m_2$$
$$\vec{V}_1^2 = \vec{V}_1^2 + \vec{V}_2^2 \qquad \alpha = 90°$$
$$\vec{V}_f = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$$

Haftreibung
$$F_{H max} = \mu_H \cdot F_N$$
$$\bar{F}_H \leq \mu_H \cdot F_N$$

Gleitreibung
$$F_G \leq \mu_G \cdot F_N$$

$$\mu_G \leq \mu_H$$
kritischer Winkel
$$\mu_H = \tan \Theta$$

Strömung
$$F = F - b v^n$$
Fallschirm:
$$V_c = \left(\frac{mg}{b}\right)^{1/n}$$

Gezeiten
$$a_{ges} = G m_m \left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l_2}\right)$$
$$\frac{a_{ges}}{g} = 10^{-7}$$

Fluchtgeschw.
$$v^2 = 2 \cdot g \cdot R_E = \frac{2 \cdot G \cdot M_E}{R_E}$$
Pot E. im Gr.
$$E_{pot}(r) = \frac{G \cdot m \cdot M_E}{R_E} - \frac{G m M_E}{r} \qquad r \to \infty \ E = 0$$
$$E_{pot}(r) = -\frac{G m M_E}{r} \qquad r \to \infty \ E = 0$$

Dichte
$$\delta = \frac{m}{V}$$

Spannung:
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dehnung:
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Elas. Modul
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta L/L}$$

Scherspannung:
$$\tau = \frac{F_s}{A}$$

Scher. Mod.
$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{F_s/A}{\tan \Theta}$$

Torsionsmod.
$$G = \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot s \cdot L}{\pi \cdot R^4 \cdot \phi}$$

Druck:
$$P = \frac{F}{A}$$
Kompressionsmodul:
$$k = -\frac{\Delta P}{\Delta V} \cdot V$$
Kompressibilität
$$k = \frac{1}{K}$$

Wassersäule
$$P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

Archimedisches Prinzip
$$F_A = \delta_F \cdot g \cdot V$$
sinkt:
$$\delta_K < \delta_F$$
steigt:
$$\delta_F < \delta_K$$

Körper auf Wasser:
$$\frac{V_A}{V_K} = \frac{\delta_K}{\delta_F} \qquad V_K = \frac{m_K}{\delta_F}$$

Oberflächenspannung
$$F = 2\gamma L + F$$
Seifenblase:
$$\Delta W = \gamma \cdot \Delta A$$
$$\Delta p = 4\gamma / r$$

Kapillarität
$$F_K = 2\pi r \gamma \cdot \cos \Theta_K$$
" aszension:
$$\Theta_K < 90°$$
" depression:
$$\Theta_K > 90°$$

Bewegung im Flu.
Kontinuitätsgl.:
$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$
$$\dot{V} = V \cdot A = const.$$
Bernoulli-gl.:
$$P + \delta g y + \frac{1}{2}\delta v^2 = const$$

Venturi Effekt
$$P + \frac{1}{2}\delta v^2 = const$$
Wassertank Loch:
$$V = \sqrt{2gh(t)}$$

Viskosität
$$F = \eta \frac{v A}{z}$$
$$\Delta p = P_1 - P_2 = V \cdot R$$
$$R = \frac{8\eta L}{\pi r^4}$$
$$\Delta p = \frac{8\eta L}{\pi r^4} \cdot \dot{V}$$

Auftrieb Fliegen
$$F_{vw} = \frac{1}{2}\delta \cdot A_F V^2 \cdot C_{vw}(\Theta)$$
Quecksilber-Thermom.
$$T_c = \frac{L_T - L_0}{L_{100} - L_0}$$

Thermod.
Wärmemenge:
$$Q = c \Delta T = m c \Delta T$$
SP. Wärmekap.
$$c = \frac{c}{m}$$
mol. Wärmekap.:
$$C_m = m_{mol} \cdot c$$

Skalarprodukt

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \sum_i a_i b_i$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cdot \cos \phi$$

Kreuzprodukt

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{pmatrix} a_2 b_3 - a_3 b_2 \\ a_3 b_1 - a_1 b_3 \\ a_1 b_2 - a_2 b_1 \end{pmatrix}$$

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}| |\vec{B}| \sin(\angle(\vec{A}, \vec{B}))$$

Coriolliskraft

NHK:

SHK:

Newton'sche Ax

1. Trägheitsprinzip: $F_{res} = 0$
2. Aktionsprinzip: $a \sim F$, $a \sim \frac{1}{m}$
3. Actio- Reactio Pr.: $\vec{F_1} \to \leftarrow \vec{F_2}$

pq · Formel

$$x_{12} = -\left(\frac{p}{2}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}$$

Mitternachtsformel

$$x_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Erde

Radius: 6371 km
Rotation: 1670 km/u
$V_F = 40000$ km/h

Einheiten:

Vorsatz

Vorsatz	
Tera	10^{12}
Giga	10^{9}
Mega	10^{6}
Kilo	10^{3}
Dezi	10^{-1}
Zenti	10^{-2}
Milli	10^{-3}
Mikro	10^{-6}
Nano	10^{-9}
Piko	10^{-12}

Kraft: $1 N = 1 kg \cdot m \cdot s^{-2}$
Arbeit: $1 J = 1 Nm = 1 kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
Leistung: $1 W = 1 kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$
Energie: $1 J = 1 kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
Impuls: $1 Ns = kg \cdot m \cdot s^{-1}$
Druck: $1 Pa = 1 kg \cdot (m \cdot s^2)^{-1} = N/m^2$
Spannung: $1 N \cdot m^{-2} = 1 kg \cdot s^{-2} \cdot m^{-1}$
Dehnung: $1 m \cdot m^{-1}$
Elasti. Modul. $1 N/m^2 = 1 kg \cdot s^{-2} \cdot m^{-1}$
Viskosität: $1 Pa/s = 1 kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$
Drehmoment: $1 Nm = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
Trägheitsmoment: $1 kg \cdot m^2$
Drehimpuls: $1 kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$
Wärmekapazität: $1 J \cdot k^{-1} = 1 kg \cdot m^2 \cdot s^{-3} \cdot k^{-1}$
sp. Wärmekap. $1 J/(kg \cdot k) = 1 m^2 \cdot s^{-3} \cdot k^{-1}$
mol Wärmekap: $1 \frac{J}{mol \cdot k}$

Umrechnung:

$1 km h^{-1} = \frac{1}{3.6} m s^{-1}$
$1 ha = 10\,000 m^2$
$1 cm^3 = \frac{1}{1\,000\,000} m^3$
$1 L = 1000 cm^3 = \frac{1}{100} m^3$
$1 \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$
$1 cal = 4.184 J$

Körper:

Kugel

$U = 2 \cdot \pi \cdot r$
$O = 4 \cdot \pi \cdot r^2$
$V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$
$I = \frac{2}{5} \cdot m \cdot r^2$

Kugelschale

$I = \frac{2}{3} m r^2$

Zylinder:

$M = 2\pi r \cdot h$
$O = 2\pi r^2 + 2\pi r h$
$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$

Körperachse: $I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$
⊥ Körperachse: $I = \frac{1}{4} m r^2 + \frac{1}{12} m \cdot h^2$

Zylinder mantel:

Körperachse: $I = m \cdot r^2$
⊥ körperachse: $I = \frac{1}{2} m r^2 + \frac{1}{12} m h^2$

Hohlzylinder

Körperachse: $I = \frac{1}{2} m (r_1^2 + r_2^2)$

Dünner Stab

⊥ körperachse: $I = \frac{1}{12} m h^2$
Ende ⊥ körperachse: $I = \frac{4}{3} m \cdot h^2$

Quader:

⊥ Oberfläche: $I = \frac{1}{12} m (a^2 + b^2)$

Scheibe

$I = \frac{1}{2} m r^2$
$\perp: I = \frac{1}{4} m r^2$

Dichtetabelle.

	$g \cdot cm^{-3}$	$kg \cdot m^{-3}$
Eis	0.92	920
Erde	5.52	5520
Gold	19.3	19300
Wasser	1	1000
Luft	0.001293	1.293
Glas	2.4 - 2.8	2400-2800
Holz	0.6 - 0.9	600-900
Knochen	1.7 - 2.0	1700-2000

Bogenmaß / Grad

Bog.	Grad
0	0°
$\pi/6$	30°
$\pi/4$	45°
$\pi/3$	60°
$\pi/2$	90°
π	180°
$\frac{3}{2}\pi$	270°
2π	360°
$\pi/360$	1°

Trigonometrische Funktion

$$\sin \alpha = \frac{Gegenkathete}{Hypotenuse} \quad \cos \alpha = \frac{Ankathete}{Hypotenuse} \quad \tan \alpha = \frac{Gegenkathete}{Ankathete}$$

Ableitung:
→ $\sin(x)$ →
← $-\cos(x)$, $\cos(x)$ →
→ $-\sin(x)$ ←

	0°	45°	90°	135°	180°
sin	0	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0
cos	1	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	-1
tan	0	1	–		

$x \, rad = x \cdot \frac{180}{\pi} \, grad$

Druck

	Bar	Pa	atm	Torr mmHG	Psi
1 Bar	1	10^5	0.987	750	14.5
1 Pa	10^{-5}	1	$0.98 \cdot 10^{-5}$	0.0075	$1.45 \cdot 10^{-4}$
1 atm	1.0133	$1.01 \cdot 10^5$	1	760	14.696
1 Torr mmHG	$1.33 \cdot 10^{-3}$	133.32	$132 \cdot 10^{-5}$	1	$1.93 \cdot 10^{-2}$
1 Psi	$68.9 \cdot 10^{-3}$	6894.8	0.068	51.7	1

Druck unter Wasser
10 m = 1 bar Zunahme

Viskositäten η

	Temp	$\frac{mPa}{s}$	$\frac{Pa}{s}$
Blut	37	4	$4 \cdot 10^{-3}$
Glyzerin	0	10000	10
	20	1410	1.41
	60	81	0.081
Motoröl	30	200	0.2
Wasser	0	1.8	$1.8 \cdot 10^{-3}$
	20	1	10^{-3}
	60	0.65	$0.65 \cdot 10^{-3}$
Luft	20	0.0185	$1.85 \cdot 10^{-5}$

Elastizitätsmodul

	E $GN \cdot m^{-2}$	Zug-F. $MN \cdot m^{-2}$	Druck-F $MN \cdot m^{-2}$
Aluminium	70	90	90
Beton	23	2	17
Blei	16	12	12
Eisen	190	380	390
Knochen Spannung	16	200	
Knochen Schub	9		270
Kupfer	110	230	230
Messing	90	370	370
Stahl	200	520	520

$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$

$N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}

Wärmekapazität

	c $kJ \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$	cm $J \cdot mol^{-1} \cdot °C^{-1}$
Aluminium	0.9	24.3
Bismut	0.123	25.7
Blei	0.128	26.4
Eis -10°c	2.05	36.9
Ethanol	2.4	111
Gold	0.126	25.6
Kupfer	0.386	24.5
Quecksilber	0.14	28.3
Silber	0.233	24.9
Wasser	4.18	75.2
Wolfram	0.134	24.8
Zink	0.387	25.2

Reibungszahlen:

		μ_H	μ_G
Stahl	Stahl	0.7	0.6
Blech	Stahl	0.5	0.4
Kupfer	Eisen	1.1	0.3
Glas	Glas	0.9	0.4
Teflon	Teflon	0.04	0.04
Teflon	Stahl	0.04	0.04
Gummi	Beton (trocken)	1.0	0.8
Gummi	Beton (nass)	0.3	0.25
Ski	Schnee	0.1	0.05