# 1 Mechanik

# 1.1 Grundlagen Mechanik

#### 1.1.1 Gewichtskraft

$$F_G = m \cdot g$$

$$g - m = \frac{F_G}{g} - g = \frac{F_G}{m}$$

# $F_G$ Gewichtskraft N kg m/s<sup>2</sup> m Masse kg $F_G = m \cdot g$ Fallbeschleunigung m/s<sup>2</sup> 9,8126m/s<sup>2</sup>

# 1.1.2 Hebelgesetz

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1}$$

$$--l_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{F_1} --$$

$$F_1$$
 Einzelkraft N $\,$ kg m/s² 
$$F_2$$
 Einzelkraft N $\,$ kg m/s² 
$$l_2$$
 
$$l_1$$
 
$$F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1}$$

#### 1.1.3 Druck

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

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

$$p$$
 Druck Pa $\rm N/m^2$   $F$  Kraft N $\rm kg\,m/s^2$   $p=\frac{F}{A}$  Pläsche  $\rm m^2$ 

#### 1.1.4 Drehmoment

$$M = F \cdot l$$

$$l - F = \frac{M}{l} - l = \frac{M}{F}$$

$$\begin{array}{cccc} M & \text{Drehmoment} & \text{N m} & \text{kg m}^2/\text{s}^2 \\ F & \text{Kraft} & \text{N} & \text{kg m}/\text{s}^2 & M = F \cdot \\ l & \text{Länge} & \text{m} & \end{array}$$

#### 1.1.5 Schweredruck

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$$g \cdot h - \rho = \frac{p}{g \cdot h} - h = \frac{p}{g \rho}$$

$$\begin{array}{ccccc} p & \text{Druck} & \text{Pa} & \text{N/m}^2 \\ \rho & \text{Dichte} & \text{kg/m}^3 \\ g & \text{Fallbeschleunigung} & \text{m/s}^2 & 9,8126\text{m}^p/\overline{\overline{s}^2} & \rho \\ h & \text{H\"ohe} & \text{m} & \end{array}$$

#### 1.1.6 Hookesches Gesetz

$$F = D \cdot s$$

$$s - D = \frac{F}{s} - s = \frac{F}{D}$$

#### $kg m/s^2$ FKraft N Federkonstante, Richtgröße N/m $k_{\mathbf{F}}/s^2 D$ . DWeg, Auslenkung

# 1.1.7 Auftrieb in Flüssigkeiten

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V$$

$$g \cdot V \longrightarrow \rho = \frac{F_A}{g \cdot V} \longrightarrow V = \frac{F_A}{g \rho} \longrightarrow$$

#### 1.1.8 Schiefe Ebene

$$F_H = \frac{F_G \cdot h}{l}$$

$$-F_G = \frac{F_H \cdot l}{h} - h = \frac{F_H \cdot l}{F_G} - l = \frac{F_G \cdot h}{F_H} - l$$

$$F_H = \frac{F_G \cdot h}{l}$$

$$F_G = \frac{F_H \cdot l}{h} - h = \frac{F_H \cdot l}{F_G} - l = \frac{F_G \cdot h}{F_H} - F_N = \frac{F_G \cdot b}{l} - F_G = \frac{F_N \cdot l}{b} - b = \frac{F_N \cdot l}{F_G} - l = \frac{F_G \cdot b}{F_N} - l$$

# 1.1.9 Reibung

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

$$F_N - F_N = \frac{F_R}{\mu} - \mu = \frac{F_R}{F_N}$$

#### 1.1.10 Wichte

$$\gamma = \frac{F_G}{V}$$

$$-F_G = V \cdot \gamma - V = \frac{F_G}{\gamma}$$

# 1.1.11 Dichte

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$--m = \rho \cdot V -- V = \frac{m}{\rho}$$

$$\begin{array}{cccc} \rho & \text{Dichte} & \text{kg/m}^3 \\ m & \text{Masse} & \text{kg} \\ V & \text{Volumen} & \text{m}^3 \\ \end{array} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

# 1.2 Dynamik

#### 1.2.1 Wirkungsgrad

$$\boxed{ \eta = \frac{P_2}{P_1} }$$

$$\boxed{ P_1 = \frac{p_2}{\eta} - P_2 = \eta \cdot P_1 - P_2}$$

$$\begin{array}{ccc}
\eta \\
P_2 \\
P_1
\end{array}
\qquad \eta = \frac{P_2}{P_1}$$

#### 1.2.2 Mechanische Leistung

$$P = \frac{W}{t}$$

$$-W = P \cdot t - t = \frac{W}{P} - t$$

$$P \\ W \\ t ext{ Zeit } s$$

#### 1.2.3 Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$
 
$$m \cdot v^2 - m = \frac{2 \cdot W}{v^2} - v = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{m}} - v$$

$$\begin{array}{ccc} W & & & \\ m & \text{Masse} & & \text{kg} & & \\ v & \text{Geschwindigkeit} & \text{m/s} & & \end{array}$$

#### 1.2.4 Spannarbeit-Spannenergie

$$\boxed{W = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2}$$
 
$$D \cdot s^2 - s = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{D}} - D = \frac{2 \cdot W}{s^2} - s$$

$$W$$
 $D$  Federkonstante,Richtgröße N/m  $W/s$   $\frac{1}{2}$ .
 $s$  Weg,Auslenkung m

# 1.2.5 Hubarbeit - Potentielle Energie

#### 1.2.6 Mechanische Arbeit

#### 1.2.7 Impuls

$$p = m \cdot v$$

$$-- m = \frac{p}{v} -- v = \frac{p}{m} --$$

$$\begin{array}{cccc} p & \text{Druck} & \text{Pa} & \text{N/m}^2 \\ m & \text{Masse} & \text{kg} & p = m \cdot v \\ v & \text{Geschwindigkeit} & \text{m/s} \end{array}$$

Kraft N  $kg m/s^2$ 

#### 1.2.8 Gravitationsgesetz

$$egin{aligned} F &= G \cdot rac{m_1 \cdot m_2}{r^2} & F &= G \cdot rac{m_1 \cdot m_2}{r} & F &= G \cdot rac{m_2 \cdot m_2}{r} & F &= G \cdot rac{m_2$$

F

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

#### 1.2.9 Zentralkraft

#### 1.2.10 Schiefe Ebene

$$F_{H} = F_{G} \cdot sin\alpha$$
 
$$F_{G} = \frac{F_{H}}{sin\alpha} - sin\alpha = \frac{F_{H}}{F_{G}} - F_{N} = F_{G} \cdot cos\alpha - F_{G} = \frac{F_{N}}{cos\alpha} - cos\alpha = \frac{F_{N}}{F_{G}} - sin\alpha$$
 
$$F_{G} = \frac{F_{M}}{sin\alpha} - sin\alpha = \frac{F_{H}}{F_{G}} - F_{N} = F_{G} \cdot cos\alpha - F_{G} = \frac{F_{N}}{cos\alpha} - cos\alpha = \frac{F_{N}}{F_{G}} - sin\alpha$$

#### 1.2.11 Kraft

#### 1.3 Kinematik

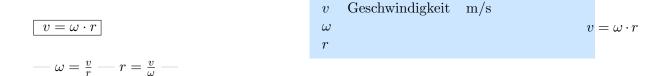
#### 1.3.1 Zentralbeschleunigung

$$\begin{bmatrix} a_z = \omega^2 \cdot r \\ \omega \\ r \end{bmatrix}$$

$$a_z = \omega^2 \cdot r$$

$$r - \omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}} - r = \frac{a_z}{\omega} - \omega$$

#### 1.3.2 Bahngeschwindigkeit

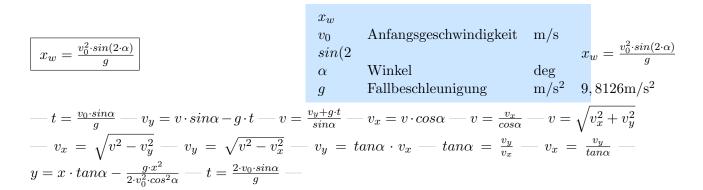


#### 1.3.3 Winkelgeschwindigkeit

$$\begin{bmatrix} \omega = 2 \cdot \pi \cdot f \end{bmatrix} \qquad \qquad \omega \\ \pi \\ f \qquad \text{Frequenz} \quad \text{Hz} \quad \frac{1}{\text{s}} \\ \pi \cdot f - f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} - \omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} - T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} - \omega$$

#### 1.3.4 Frequenz-Periodendauer

## 1.3.5 Schiefer Wurf



#### 1.3.6 Waagrechter Wurf

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h$$
 Höhe m 
$$g \quad \text{Fallbeschleunigung} \quad \text{m/s}^2 \quad 9,8126 \text{m/s}^2 = \frac{1}{2} \; \cdot$$

$$g \cdot t^2 - g = \frac{2 \cdot h}{t^2} - t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} - s = v \cdot t - v = \frac{s}{t}$$

#### 1.3.7 Senkrechter Wurf nach oben

$$h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h$$
 Höhe m
 $h_0$  Abwurfhöhe m
 $v_0$  Anfangsgeschwindigkeit m/s
 $t$  Zeit s
 $h = h_0 + t$ 
 $g$  Fallbeschleunigung m/s² 9,8126m/s²
 $t$  Zeit s

$$v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 - g = -\frac{2 \cdot (h - h_0 - v_0 \cdot t)}{t^2} - t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 4 \cdot 0, 5 \cdot g \cdot (h_0 - h)}}{-g} - h_0 = h - v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 - v = v_0 - g \cdot t - v_0 = v + g \cdot t - t = \frac{v_0 - v}{g} - g = \frac{v_0 - v}{t} - v = v_0 - g \cdot t - v_0 = v + g \cdot t - t = v_0 - g \cdot t - v_0 = v + g \cdot t - v_$$

#### 1.3.8 Freier Fall

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h$$
 Höhe m
 $g$  Fallbeschleunigung m/s² 9,8126m/ $\$$ s²=  $\frac{1}{2}$  ⋅ Zeit s

$$g \cdot t^2 - g = \frac{2 \cdot h}{t^2} - t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} - v = \sqrt{2 \cdot h \cdot g} - h = \frac{v^2}{2 \cdot g} - t = \sqrt{2 \cdot h \cdot g} - t = \frac{v^2}{2 \cdot g} - t = \sqrt{2 \cdot h \cdot g$$

#### 1.3.9 Durchschnittsbeschleunigung

$$a = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2}$$

$$\begin{array}{lll} a & \text{Beschleunigung} & \text{m/s}^2 \\ v_1 & \text{Geschwindigkeit} & \text{m/s} \\ v_2 & \text{Geschwindigkeit} & \text{m/s} \\ t_1 & \text{aufeinanderfolgende Zeitpunkte} & \text{s} \\ t_2 & \text{aufeinanderfolgende Zeitpunkte} & \text{s} \end{array}$$

#### 1.3.10 Durchschnittsgeschwindigkeit

$$v = \frac{x_1 - x_2}{t_1 - t_2}$$

$$egin{array}{lll} v & {
m Geschwindigkeit} & {
m m/s} \\ x_1 & {
m zur\"{u}ckgelegter Weg} & {
m m} \\ x_2 & {
m zur\"{u}ckgelegter Weg} & {
m m} \ v = rac{x_1 - x_2}{t_1 - t_2} \\ t_1 & {
m aufeinanderfolgende Zeitpunkte} & {
m s} \\ t_2 & {
m aufeinanderfolgende Zeitpunkte} & {
m s} \\ \end{array}$$

#### 1.3.11 Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$v$$
 Geschwindigkeit m/s  
 $v_0$  Anfangsgeschwindigkeit m/s  
 $a$  Beschleunigung m/s<sup>2</sup>  $v = v_0 +$ 

$$t Zeit s$$

$$a \cdot t - v_0 = v - a \cdot t - t = \frac{v - v_0}{a} - a = \frac{v - v_0}{t} - s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 - a = \frac{2 \cdot (s - s_0 - v_0 \cdot t)}{t^2} - t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot 0, 5 \cdot a \cdot (s_0 - s)}}{\frac{a}{t}} - s_0 = s - v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 - v_0 = \frac{s - s_0 - 0, 5 \cdot a \cdot t^2}{t} - v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_0^2} - v_0 = \sqrt{v_0^2 - 2 \cdot a \cdot s} - v_0 = \sqrt$$

# 1.3.12 Beschleunigte Bewegung

$$v = a \cdot t$$

$$v$$
 Geschwindigkeit m/s  
 $a$  Beschleunigung m/s<sup>2</sup>  $v = a \cdot t$ 

$$-a = \frac{v}{t} - t = \frac{v}{a} - s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 - a = \frac{2 \cdot s}{t^2} - t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} - t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}$$

#### 1.3.13 Geradlinige Bewegung v=konst.

$$\boxed{s = v \cdot t}$$

$$\boxed{v = \frac{s}{t} - t = \frac{s}{v}}$$

$$s$$
 Weg, Auslenkung m  
 $v$  Geschwindigkeit m/s  $s=v\cdot t$   
 $t$  Zeit s

# 2 Elektrotechnik

# 2.1 Allgemeine Elektrotechnik

#### 2.1.1 Spannungsteiler

$$U_1 = U_g \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_1$$
 $U_g$ 
 $R_1$ 
 $R_1$ 
 $R_2$ 

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \dots$$

#### 2.2 Elektrischer Schwingkreis

#### 2.2.1 Eigenkreisfrequenz

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

$$\begin{array}{c} \omega \\ L \\ C \end{array}$$

— 
$$L = \frac{1}{\omega^2 \cdot C}$$
 —  $C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L}$  —

#### 2.2.2 Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)

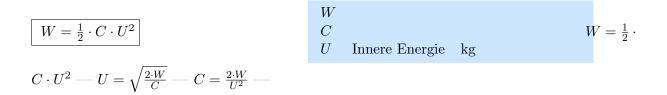
$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

$$T = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot C} - C = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot L} - C$$

#### 2.3 Elektrisches Feld

#### 2.3.1 Elektrische Energie des Kondensators



#### 2.3.2 Parallelschaltung von Kondensatoren

$$\begin{bmatrix} C_g \\ C_1 \\ C_2 \end{bmatrix}$$
 
$$C_g = C_1 + C_2$$
 
$$C_2 - C_1 = C_g - C_2 - C_2 = C_g - C_1 - Q_g = Q_1 + Q_2 - Q_1 = Q_g - Q_2 - Q_2 = Q_g - Q_1 - Q_1 = Q_g - Q_2 - Q_2 = Q_g - Q_1 - Q_2 = Q_1 - Q_2 - Q_2 - Q_2 = Q_1 - Q_2 - Q_2 - Q_2 - Q_2 - Q_2 = Q_1 - Q_2 -$$

#### 2.3.3 Reihenschaltung von Kondensatoren

#### 2.3.4 Kapazität eines Kondensators

## 2.3.5 Gesetz von Coulomb

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$\frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} - r = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F}} - Q_1 = 4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{F \cdot r^2}{Q_2} - r$$

#### 2.3.6 Elektrische Feldstärke

$$E = \frac{F}{Q}$$

$$-F = E \cdot Q - Q = \frac{F}{E} - E = \frac{U}{d} - U = E \cdot d - d = \frac{U}{E} -$$

#### 2.4 Elektrizitätslehre

#### 2.4.1 Elektrische Arbeit



#### 2.4.2 Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$

$$U \quad \text{Innere Energie } \text{kg}$$

$$I \quad \text{Stromstärke} \quad A$$

$$-U = \frac{P}{I} - I = \frac{P}{U} - I$$

#### 2.4.3 Spezifischer Leitwert

$$R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$$
 
$$R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$$

#### 2.4.4 Spezifischer Widerstand

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

$$- l = \frac{R \cdot A}{\rho} - \rho = \frac{R \cdot A}{l} - A = \frac{R \cdot \rho}{A} - \frac{R \cdot \rho}{A}$$

$$R$$
 
$$\rho \quad \text{Dichte} \quad \text{kg/m}^3$$
 
$$l \quad \text{Länge} \quad \text{m}$$
 
$$A \quad \text{Fläsche} \quad \text{m}^2$$
 
$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

# 2.4.5 Widerstandsänderung - Temperatur

$$\begin{array}{c} \Delta R \\ R \\ \alpha \\ \Delta T \end{array} \qquad \Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T \\ \alpha \cdot \Delta T - \Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T - \alpha = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta T} - \Delta T = \frac{R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T} - \Delta T = \frac{R}{\Delta R} - \Delta T = \frac$$

#### 2.4.6 Parallelschaltung von Widerständen

$$\begin{array}{c} R_g \\ R_1 \\ R_2 \\ R_1 \\ R_2 \\ R_1 \\ R_2 \\ R_1 \\ R_2 \\ -R_1 \\ -R_2 \end{array}$$
 
$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$
 
$$R_1 \\ R_2 \\ -R_1 \\ -R_2 \\ -R_1 = \frac{R_2 \cdot R_g}{R_2 - R_g} - R_2 = \frac{R_1 \cdot R_g}{R_1 - R_g} - I_g = I_1 + I_2 - I_1 = I_g - I_2 - I_2 = I_g - I_1 - I_1$$

#### 2.4.7 Reihenschaltung von Widerständen

$$\begin{bmatrix} R_g \\ R_1 \\ R_2 \end{bmatrix}$$
 
$$R_g = R_1 + R_2$$
 
$$R_2 - R_1 = R_g - R_2 - R_2 = R_g - R_1 - U_g = U_1 + U_2 - U_1 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_1 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_2 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_2 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_2 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_2 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_2 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_2 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_2 = U_g - U_2 - U_2 - U_2 = U_g - U_2 - U_2 - U_2 = U_g - U_2 - U$$

#### 2.4.8 Ohmsches Gesetz

$$R = \frac{U}{I}$$
 
$$U \text{ Innere Energie kg}$$
 
$$I \text{ Stromstärke } A$$
 
$$-U = R \cdot I - I = \frac{U}{R}$$

#### 2.4.9 Stromstärke

$$-\!\!-\!\!\Delta Q = I \cdot \Delta t -\!\!\!-\!\!\!\Delta t = \frac{\Delta Q}{I}$$

#### 2.5 Magnetisches Feld

### 2.5.1 Parallelschaltung (Induktivität)

#### 2.5.2 Reihenschaltung (Induktivität)

$$\begin{bmatrix} L_g \\ L_1 \\ L_2 \\ \end{bmatrix}$$
 
$$L_g = L_1 + L_2$$
 
$$L_2 - L_1 = L_g - L_2 - L_2 = L_g - L_1 - U_g = U_1 + U_2 - U_1 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_1 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_1 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 - U_2 = U_1 - U_2 - U_2 = U_1 - U_2 - U_2 = U_1 - U_2 - U_2 - U_2 = U_1 - U_2 -$$

#### 2.5.3 Magnetischer Fluß

#### 2.5.4 Induktivität einer langgestreckten Spule

$$\begin{array}{c} L \\ \mu_0 \\ \mu_r \\ A \\ ISP \end{array}$$
 
$$\begin{array}{c} L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{lSP} \end{array}$$
 
$$\begin{array}{c} L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{lSP} \\ - l_{SP} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{L} - A = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2} - N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}} - \end{array}$$

#### 2.5.5 Flußdichte - Feldstärke

$$\begin{bmatrix} B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H \\ \mu_0 \\ H \end{bmatrix}$$
 
$$B = \mu_r \cdot \mu_0$$
 
$$H$$
 
$$\mu_0 \cdot H \longrightarrow H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0} \longrightarrow \mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} \longrightarrow \mu_0 = \frac{B}{\mu_r \cdot H} \longrightarrow$$

#### 2.5.6 Feldstärke einer langgestreckten Spule

$$H = \frac{I \cdot N}{l}$$

$$\begin{array}{ccc} H & \\ I & \text{Stromstärke} & \mathbf{A} \\ N & \end{array}$$

$$H = \frac{I \cdot N}{I}$$

$$--I = \frac{H \cdot l}{N} -- N = \frac{H \cdot l}{I} -- l = \frac{I \cdot N}{H} --$$

# Länge

Länge

Ι

#### 2.5.7 Flußdichte

$$B = \frac{F}{I \cdot l}$$

$$\begin{array}{cccc} B & & & & & \\ F & {\rm Kraft} & & {\rm N} & {\rm kg\,m/s^2} \\ I & {\rm Stromst\"{a}rke} & {\rm A} & & & \end{array}$$

$$B = \frac{F}{I \cdot l}$$

# Optik

#### 3.1 Linsen

#### 3.1.1 Bildgröße - Gegenstandsgröße

$$\frac{G}{B} = \frac{g}{b}$$

$$G$$
 $B$ 

$$m/s^2 = 9,8126$$

Fallbeschleunigung m/s<sup>2</sup> 9,8126m/
$$\frac{G}{R}$$
<sup>2</sup> =  $\frac{g}{b}$ 

$$-G = \frac{g \cdot B}{b} - B = \frac{G \cdot b}{g} - g = \frac{G \cdot b}{B} - b = \frac{B \cdot g}{G} - \frac{B \cdot g}{G}$$

#### 3.1.2 Brennweite

$$f = \frac{g \cdot b}{g + b}$$

$$f$$
 Frequenz Hz  $\frac{1}{s}$   
 $g$  Fallbeschleunigung m/s<sup>2</sup> 9,8126m/s<sup>2</sup>

$$-- b = \frac{f \cdot g}{g - f} -- g = \frac{f \cdot b}{b - f} --$$

$$g$$
 Fallbeschleunigung m/s<sup>2</sup> 9,8126m/s<sup>2</sup>  
 $b$  Breite m

#### 3.2 Reflexion und Brechung

#### 3.2.1 Brechung

$$n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$$

$$n \\ sin lpha_1 \\ sin lpha_2$$



— 
$$sin\alpha_1 = n \cdot sin\alpha_2$$
 —  $sin\alpha_2 = \frac{sin\alpha_1}{n}$  —

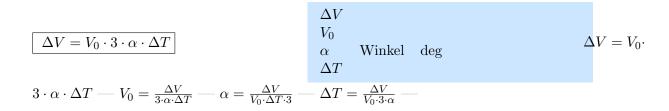
#### 3.2.2 Reflexion

$$\begin{array}{c} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{array} \qquad \qquad \alpha_1 = \alpha_2$$

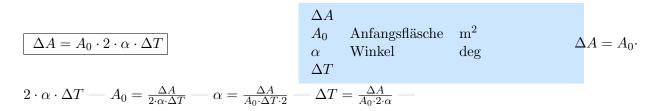
#### 4 Wärmelehre

## 4.1 Ausdehnung der Körper

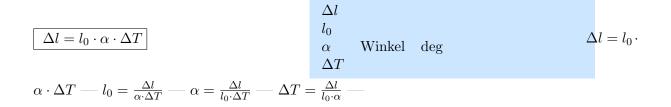
# 4.1.1 Volumenausdehnung



#### 4.1.2 Flächenausdehnung

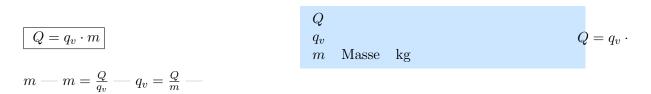


#### 4.1.3 Längenausdehnung



#### 4.2 Energie

#### 4.2.1 Verdampfen und Kondensieren



#### 4.2.2 Schmelzen und Erstarren

$$Q = q_s \cdot m$$

$$m - m = \frac{Q}{q_s} - q_s = \frac{Q}{m} -$$

$$Q$$
 $q_s$ 
 $m$  Masse kg

#### 4.2.3 Verbrennungsenergie

$$Q = H_u \cdot m$$

$$m - H_u = \frac{Q}{m} - m = \frac{Q}{H_u} - m$$

$$\begin{array}{ccc} Q \\ H_u \\ m & \text{Masse} & \text{kg} \end{array}$$

As

kg

 $\Delta Q = c$ 

Ladungsänderung

Masse

#### 4.2.4 Wärmeenergie

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$m \cdot \Delta T - m = \frac{\Delta Q}{c \cdot \Delta T} - c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T} - \Delta T = \frac{\Delta Q}{c \cdot m} - c$$

#### 4.3 **Temperatur**

#### 4.3.1 Temperaturdifferenz

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$T_1 - T_1 = T_2 - \Delta T - T_2 = \Delta T + T_1 - T_2$$

$$\Delta T$$
 $T_2$ 
 $\Delta T = T_2 - T_1$ 

#### 4.3.2 Termperatur - Umrechnungen

$$T = 273, 15 + \tau$$

#### Termperatur - Umrechnungen

# 4.4 Zustandsänderung der Gase

#### 4.4.1 Thermische Zustandsgleichung

$$p \cdot V = \nu \cdot R_m \cdot T$$

$$\nu \cdot R_m \cdot T - p = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{V} - V = \frac{\nu \cdot R_m \cdot T}{p} - T = \frac{p \cdot V}{\nu \cdot R_m} - T$$

#### 4.4.2 Allgemeine Gasgleichung

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot p \cdot T_1}{T_2 \cdot p_1}$$

— 
$$p_1 = \frac{V_2 \cdot p_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot V_1}$$
 —  $T_1 = \frac{V_1 \cdot p_1 \cdot T_2}{V_2 \cdot p_2}$  —

$$V_1$$
 $V_2$ 
 $p$ 
 $T_1$ 
 $T_2$ 
 $p_1$ 

#### 4.4.3 Ideale Gasgleichung

$$\rho \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

 $m \cdot R \cdot T$  —

$\rho$	Dichte	${\rm kg/m^3}$		
V	Volumen	$\mathrm{m}^3$		
m	Masse	kg	$\rho \cdot V =$	=
R			·	
T	absolute Temperatur	K	273,15K = 0	)°

#### 4.4.4 Universelle Gaskonstante

$$R_m = R \cdot M$$

M —

$$R_m$$
 $R$ 
 $M$  Drehmoment  $N \text{ m } \text{kg m}^2/\text{s}^2$ 
 $R_m = R$ 

#### 4.4.5 Isotherme Zustandsänderung

$$W = -m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W$$
 $m$  Masse kg
 $R$ 
 $T$  absolute Temperatur K 273,  $15K = \overline{0}^{\circ} - m$ .
 $V_2$ 
 $V_1$ 

$$R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

# 4.5 Körper und Temperaturänderung

## 4.5.1 Längenausdehnung bei Temperaturänderung

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta t}$$

Länge m

 $\alpha$  Längenausdehnungskoeffizient

t Zeit s

Resultierende Gesamtlänge bei Längenausdehnung, proportional:  $l = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ 

# 4.5.2 Dichte in Abhängigkeit der Temperatur

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \gamma \cdot \Delta t}$$

$\rho$	Druck	Pa	$N/m^2$
$\gamma$	Volumenausdehnungskoeffizient		$=3\alpha$
t	Zeit	$\mathbf{s}$	

# 4.5.3 Gay-Lussac

bei konstantem Druck:

$$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}}$$

$$V$$
 Volumen  $m^3$   
 $T$  Temperatur K

bei konstantem Volumen:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$ho$$
 Druck Pa N/m<sup>2</sup>
 $T$  Temperatur K