

# 1 Mechanik

## 1.1 Grundlagen Mechanik

### 1.1.1 Gewichtskraft

$$F_G = m \cdot g$$



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

### 1.1.2 Dichte

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



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

### 1.1.3 Wichte

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



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

### 1.1.4 Druck

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



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

### 1.1.5 Hebelgesetz

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



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

### 1.1.6 Auftrieb in Flüssigkeiten

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



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

### 1.1.7 Schweredruck

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

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

### 1.1.8 Hookesches Gesetz

$$F = D \cdot s$$

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

### 1.1.9 Drehmoment

$$M = F \cdot l$$

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

### 1.1.10 Schiefe Ebene

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

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

### 1.1.11 Reibung

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

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

## 1.2 Dynamik

### 1.2.1 Mechanische Leistung

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

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

### 1.2.2 Wirkungsgrad

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

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

### 1.2.3 Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie

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

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

### 1.2.4 Spannarbeit-Spannenergie

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

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

### 1.2.5 Hubarbeit - Potentielle Energie

$$W = F_G \cdot h$$

$$W = F_G \cdot h - F_G = \frac{W}{h} - h = \frac{W}{F_G} -$$

### 1.2.6 Mechanische Arbeit

$$W = F \cdot s$$

$$W = F \cdot s - F = \frac{W}{s} - s = \frac{W}{F} -$$

### 1.2.7 Impuls

$$p = m \cdot v$$

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

### 1.2.8 Gravitationsgesetz

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

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

### 1.2.9 Zentralkraft

$$F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

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

### 1.2.10 Schiefe Ebene

$$F_H = F_G \cdot \sin \alpha$$

$$F_H = F_G \cdot \sin \alpha - F_G = \frac{F_H}{\sin \alpha} - \sin \alpha = \frac{F_H}{F_G} - F_N = F_G \cdot \cos \alpha - F_G = \frac{F_N}{\cos \alpha} - \cos \alpha = \frac{F_N}{F_G} -$$

### 1.2.11 Kraft

$$F = m \cdot a$$

$$F = m \cdot a - m = \frac{F}{a} - a = \frac{F}{m} -$$

## 1.3 Kinematik

### 1.3.1 Zentralbeschleunigung

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

$$a_z = \omega^2 \cdot r - \omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}} - r = \frac{a_z}{\omega} -$$

### 1.3.2 Bahngeschwindigkeit

$$v = \omega \cdot r$$

$$v = \omega \cdot r - \omega = \frac{v}{r} - r = \frac{v}{\omega} -$$

### 1.3.3 Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f - f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} - \omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} - T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} -$$

### 1.3.4 Frequenz-Periodendauer

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{T} - T = \frac{1}{f} - f = \frac{n}{t} - t = \frac{n}{f} - n = f \cdot t -$$

### 1.3.5 Schiefer Wurf

$$x_w = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{g}$$

$$x_w = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{g} - t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} - v_y = v \cdot \sin \alpha - g \cdot t - v = \frac{v_y + g \cdot t}{\sin \alpha} - v_x = v \cdot \cos \alpha - v = \frac{v_x}{\cos \alpha} - v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} - v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2} - v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2} - v_y = \tan \alpha \cdot v_x - \tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} - v_x = \frac{v_y}{\tan \alpha} - y = x \cdot \tan \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} - t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g} -$$

### 1.3.6 Waagrecht Wurf

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

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

### 1.3.7 Senkrechter Wurf nach oben

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

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

### 1.3.8 Freier Fall

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

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

### 1.3.9 Durchschnittsbeschleunigung

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

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

### 1.3.10 Durchschnittsgeschwindigkeit

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



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

### 1.3.11 Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit

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



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

### 1.3.12 Geradlinige Bewegung v=konst.

$$s = v \cdot t$$



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

### 1.3.13 Beschleunigte Bewegung

$$v = a \cdot t$$



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

## 2 Elektrotechnik

### 2.1 Allgemeine Elektrotechnik

#### 2.1.1 Spannungsteiler

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



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

### 2.2 Elektrischer Schwingkreis

#### 2.2.1 Eigenkreisfrequenz

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



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

### 2.2.2 Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)

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

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

## 2.3 Elektrisches Feld

### 2.3.1 Elektrische Energie des Kondensators

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 - U = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{C}} - C = \frac{2 \cdot W}{U^2} -$$

### 2.3.2 Parallelschaltung von Kondensatoren

$$C_g = C_1 + C_2$$

$$C_g = C_1 + C_2 - C_1 = C_g - C_2 - C_2 = C_g - C_1 - Q_g = Q_1 + Q_2 - Q_1 = Q_g - Q_2 - Q_2 = Q_g - Q_1 -$$

### 2.3.3 Reihenschaltung von Kondensatoren

$$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} - C_1 = \frac{C_2 \cdot C_g}{C_2 - C_g} - C_2 = \frac{C_1 \cdot C_g}{C_1 - C_g} - U_g = U_1 + U_2 - U_1 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 -$$

### 2.3.4 Gesetz von Coulomb

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

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

### 2.3.5 Elektrische Feldstärke

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

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

### 2.3.6 Kapazität eines Kondensators

$$C = \frac{Q}{U}$$



$$C = \frac{Q}{U} - Q = C \cdot U - U = \frac{Q}{C} - C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} - A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon_r} - d = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{C} -$$

## 2.4 Elektrizitätslehre

### 2.4.1 Elektrische Arbeit

$$W = U \cdot I \cdot t$$



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

### 2.4.2 Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$



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

### 2.4.3 Spezifischer Leitwert

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



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

### 2.4.4 Spezifischer Widerstand

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



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

### 2.4.5 Widerstandsänderung - Temperatur

$$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T$$



$$\Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T - \Delta R = R \cdot \alpha \cdot \Delta T - \alpha = \frac{R}{\Delta R \cdot \Delta T} - \Delta T = \frac{R}{\Delta R \cdot \alpha \cdot \Delta T} -$$



### 2.4.6 Parallelschaltung von Widerständen

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$



$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} - R_1 = \frac{R_2 \cdot R_g}{R_2 - R_g} - R_2 = \frac{R_1 \cdot R_g}{R_1 - R_g} - I_g = I_1 + I_2 - I_1 = I_g - I_2 - I_2 = I_g - I_1 -$$

### 2.4.7 Reihenschaltung von Widerständen

$$R_g = R_1 + R_2$$



$$R_g = R_1 + R_2 - R_1 = R_g - R_2 - R_2 = R_g - R_1 - U_g = U_1 + U_2 - U_1 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 -$$

### 2.4.8 Ohmsches Gesetz

$$R = \frac{U}{I}$$



$$R = \frac{U}{I} - U = R \cdot I - I = \frac{U}{R} -$$

### 2.4.9 Stromstärke

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$



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

## 2.5 Magnetisches Feld

### 2.5.1 Parallelschaltung (Induktivität)

$$\text{Interaktiv}$$



$$\text{Interaktiv} - L_1 = \frac{L_2 \cdot L_g}{L_2 - L_g} - L_2 = \frac{L_1 \cdot L_g}{L_1 - L_g} - I_g = I_1 + I_2 - I_1 = I_g - I_2 - I_2 = I_g - I_1 -$$

### 2.5.2 Reihenschaltung (Induktivität)

$$L_g = L_1 + L_2$$



$$L_g = L_1 + L_2 - L_1 = L_g - L_2 - L_2 = L_g - L_1 - U_g = U_1 + U_2 - U_1 = U_g - U_2 - U_2 = U_g - U_1 -$$

### 2.5.3 Magnetischer Fluß

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\delta)$$

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos(\delta) - A = \frac{\Phi}{B \cdot \cos(\delta)} - B = \frac{\Phi}{A \cdot \cos(\delta)} - \delta = \arccos\left(\frac{\Phi}{B \cdot A}\right) -$$

### 2.5.4 Flußdichte - Feldstärke

$$B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H$$

$$B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H - H = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0} - \mu_r = \frac{B}{\mu_0 \cdot H} - \mu_0 = \frac{B}{\mu_r \cdot H} -$$

### 2.5.5 Induktivität einer langgestreckten Spule

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{l_{SP}}$$

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{l_{SP}} - l_{SP} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{A \cdot N^2}{L} - A = \frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2} - N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}} -$$

### 2.5.6 Feldstärke einer langgestreckten Spule

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

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

### 2.5.7 Flußdichte

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

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

## 3 Optik

### 3.1 Linsen

#### 3.1.1 Bildgröße - Gegenstandsgröße

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

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

### 3.1.2 Brennweite

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

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

## 3.2 Reflexion und Brechung

### 3.2.1 Reflexion

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 -$$

### 3.2.2 Brechung

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

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

## 4 Wärmelehre

### 4.1 Ausdehnung der Körper

#### 4.1.1 Volumenausdehnung

$$\Delta V = V_0 \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta V = V_0 \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T - V_0 = \frac{\Delta V}{3 \cdot \alpha \cdot \Delta T} - \alpha = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T \cdot 3} - \Delta T = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot 3 \cdot \alpha} -$$

#### 4.1.2 Längenausdehnung

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

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T - l_0 = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta T} - \alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T} - \Delta T = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha} -$$

#### 4.1.3 Flächenausdehnung

$$\Delta A = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta A = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T - A_0 = \frac{\Delta A}{2 \cdot \alpha \cdot \Delta T} - \alpha = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T \cdot 2} - \Delta T = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot 2 \cdot \alpha} -$$

## 4.2 Energie

### 4.2.1 Verdampfen und Kondensieren

$$Q = q_v \cdot m$$

$$Q = q_v \cdot m - m = \frac{Q}{q_v} - q_v = \frac{Q}{m} -$$

### 4.2.2 Schmelzen und Erstarren

$$Q = q_s \cdot m$$

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

### 4.2.3 Verbrennungsenergie

$$Q = H_u \cdot m$$

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

### 4.2.4 Wärmeenergie

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

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

## 4.3 Temperatur

### 4.3.1 Temperaturdifferenz

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

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

### 4.3.2 Temperatur - Umrechnungen

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

$$T = 273,15 + \tau - \tau = T - 273,15 - T_F = \frac{9}{5} \cdot \tau + 32 - \tau = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32) - T_R = \frac{9}{5} \cdot \tau + 491,67 - \tau = \frac{5}{9} \cdot (T_R - 491,67) -$$

## 4.4 Zustandsänderung der Gase

### 4.4.1 Thermische Zustandsgleichung

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

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

### 4.4.2 Allgemeine Gasgleichung

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

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

### 4.4.3 Ideale Gasgleichung

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

$\rho$	Druck	Pa
$V$	Volumen	m <sup>3</sup>
$m$	Masse	kg
$R$	Spezifische Gaskonstante	J/(kg K)
$T$	Temperatur	K

### Universelle Gaskonstante

$$R_m = R \cdot M$$

$R$	Spez. Gaskonstante	J/(kg K)	
$R_m$	Univ. Gaskonstante	J/(mol K)	8,3144598 J/(mol K)
$M$	Molare Masse	g/mol	

### 4.4.4 Isotherme Zustandsänderung

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

$W$	Arbeit	J
$m$	Masse	kg
$R$	Spez. Gaskonstante	J/(kg K)
$T$	Temperatur	K

$$W = -m \cdot$$

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

## 4.5 1. Hauptsatz

### 4.5.1 Wärmelehre

$$\Delta U + \Delta E_{pot} + \Delta E_{kin} = \Delta Q + \Delta W$$

$U$	Innere Energie	kg
$E_{pot}$	Potentielle Energie	m/s <sup>2</sup>
$E_{kin}$	Kinetische Energie	N
$Q$	Wärmeenergie/Wärmeleistung	J

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

## 4.6 Körper und Temperaturänderung

### 4.6.1 Längenausdehnung bei Temperaturänderung

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

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

$l$	Länge	m
$\alpha$	Längenausdehnungskoeffizient	
$t$	Zeit	s

**Resultierende Gesamtlänge** bei Längenausdehnung, proportional:

$$l = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

### 4.6.2 Dichte in Abhängigkeit der Temperatur

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

$\rho$	Druck	Pa	N/m <sup>2</sup>
$\gamma$	Volumenausdehnungskoeffizient		= 3 $\alpha$
$t$	Zeit	s	

### 4.6.3 Gay-Lussac

**bei konstantem Druck:**

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

$V$	Volumen	m <sup>3</sup>
$T$	Temperatur	K

**bei konstantem Volumen:**

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

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