

# 1 Mechanik

## 1.1 Grundlagen Mechanik

### 1.1.1 Gewichtskraft

$$F_G = m \cdot g$$

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

$F_G$	Gewichtskraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	$F_G = m \cdot g$
$m$	Masse	kg		
$g$	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/s <sup>2</sup>	$F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1}$
$F_2$	Einzelkraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	
$l_2$				
$l_1$				

### 1.1.3 Druck

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

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

$p$	Druck	Pa	N/m <sup>2</sup>	$p = \frac{F}{A}$
$F$	Kraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	
$A$	Fläche	m <sup>2</sup>		

### 1.1.4 Drehmoment

$$M = F \cdot l$$

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

$M$	Drehmoment	N m	kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	$M = F \cdot l$
$F$	Kraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	
$l$	Länge	m		

### 1.1.5 Schweredruck

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

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

$p$	Druck	Pa	N/m <sup>2</sup>	$p = \rho \cdot g \cdot h$
$\rho$	Dichte	kg/m <sup>3</sup>		
$g$	Fallbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	9,8126m/s <sup>2</sup>	
$h$	Höhe	m		

### 1.1.6 Hookesches Gesetz

$$F = D \cdot s$$

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

$F$	Kraft	N	kg m/s <sup>2</sup>
$D$	Federkonstante, Richtgröße	N/m	kg/s <sup>2</sup>
$s$	Weg, Auslenkung	m	

### 1.1.7 Auftrieb in Flüssigkeiten

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

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

$F_A$	Auftriebskraft	N	kg m/s <sup>2</sup>
$\rho$	Dichte	kg/m <sup>3</sup>	
$g$	Fallbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	9,8126 m/s <sup>2</sup>
$V$	Volumen	m <sup>3</sup>	

### 1.1.8 Schiefe Ebene

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

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

$F_H$	Hangabtriebskraft	N	kg m/s <sup>2</sup>
$F_G$	Gewichtskraft	N	kg m/s <sup>2</sup>
$h$	Höhe	m	
$l$	Länge	m	

### 1.1.9 Reibung

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

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

$F_R$	Reibungskraft	N	kg m/s <sup>2</sup>
$\mu$	Reibungszahl		
$F_N$	Normalkraft	N	kg m/s <sup>2</sup>

### 1.1.10 Wichte

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

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

$\gamma$			
$F_G$	Gewichtskraft	N	kg m/s <sup>2</sup>
$V$	Volumen	m <sup>3</sup>	

### 1.1.11 Dichte

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

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

$\rho$	Dichte	kg/m <sup>3</sup>	
$m$	Masse	kg	
$V$	Volumen	m <sup>3</sup>	

## 1.2 Dynamik

### 1.2.1 Wirkungsgrad

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

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

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

### 1.2.2 Mechanische Leistung

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

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

$$\frac{P}{t} \quad \text{Zeit s} \quad P = \frac{W}{t}$$

### 1.2.3 Beschleunigungsarbeit - kinetische Energie

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

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

$$\begin{array}{lll} W & & \\ m & \text{Masse} & \text{kg} \\ v & \text{Geschwindigkeit} & \text{m/s} \end{array} \quad W = \frac{1}{2} \cdot$$

### 1.2.4 Spannarbeit-Spannenergie

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

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

$$\begin{array}{lll} W & & \\ D & \text{Federkonstante, Richtgröße} & \text{N/m} \\ s & \text{Weg, Auslenkung} & \text{m} \end{array} \quad W = \frac{1}{2} \cdot$$

### 1.2.5 Hubarbeit - Potentielle Energie

$$W = F_G \cdot h$$

$$h — F_G = \frac{W}{h} — h = \frac{W}{F_G} —$$

$$\begin{array}{lll} W & & \\ F_G & \text{Gewichtskraft} & \text{N} \\ h & \text{Höhe} & \text{m} \end{array} \quad \text{kg m/s}^2 \quad W = F_G \cdot$$

### 1.2.6 Mechanische Arbeit

$$W = F \cdot s$$

$$s — F = \frac{W}{s} — s = \frac{W}{F} —$$

$$\begin{array}{lll} W & & \\ F & \text{Kraft} & \text{N} \\ s & \text{Weg, Auslenkung} & \text{m} \end{array} \quad \text{kg m/s}^2 \quad W = F \cdot$$

### 1.2.7 Impuls

$$p = m \cdot v$$

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

$p$	Druck	Pa	N/m <sup>2</sup>	$p = m \cdot v$
$m$	Masse	kg		
$v$	Geschwindigkeit	m/s		

### 1.2.8 Gravitationsgesetz

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

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

$F$	Kraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	$F = G \cdot$
$G$				
$m_1$				
$m_2$				
$r$				

### 1.2.9 Zentralkraft

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

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

$F_z$		N	kg m/s <sup>2</sup>	$F_z = m \cdot$
$m$	Masse	kg		
$\omega$				
$r$				

### 1.2.10 Schiefe Ebene

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

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

$F_H$	Hangabtriebskraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	$F_H = F_G \cdot$
$F_G$	Gewichtskraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	
$\sin \alpha$				

### 1.2.11 Kraft

$$F = m \cdot a$$

$$a = m = \frac{F}{a} \quad a = \frac{F}{m}$$

$F$	Kraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	$F = m \cdot$
$m$	Masse	kg		
$a$	Beschleunigung	m/s <sup>2</sup>		

## 1.3 Kinematik

### 1.3.1 Zentralbeschleunigung

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

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

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

### 1.3.2 Bahngeschwindigkeit

$$v = \omega \cdot r$$

$$\omega = \frac{v}{r} \quad r = \frac{v}{\omega}$$

$v$	Geschwindigkeit	m/s	
$\omega$			$v = \omega \cdot r$
$r$			

### 1.3.3 Winkelgeschwindigkeit

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

$$\pi \cdot f = \frac{\omega}{2} \quad f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f \quad T = \frac{1}{f}$$

$\omega$			
$\pi$			$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$
$f$	Frequenz	Hz	$\frac{1}{s}$

### 1.3.4 Frequenz-Periodendauer

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

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

$f$	Frequenz	Hz	$\frac{1}{s}$
$T$	absolute Temperatur	K	$273,15K$

### 1.3.5 Schiefer Wurf

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

$x_w$			
$v_0$	Anfangsgeschwindigkeit	m/s	
$\sin(2 \cdot \alpha)$			$x_w = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{g}$
$\alpha$	Winkel	deg	
$g$	Fallbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	$9,8126m/s^2$

$$t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad v_y = v \cdot \sin \alpha - g \cdot t \quad v = \frac{v_y + g \cdot t}{\sin \alpha} \quad v_x = v \cdot \cos \alpha \quad v = \frac{v_x}{\cos \alpha} \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2} \quad v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2} \quad v_y = \tan \alpha \cdot v_x \quad \tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} \quad v_x = \frac{v_y}{\tan \alpha}$$

$$y = x \cdot \tan \alpha - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} \quad t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

### 1.3.6 Waagrecht Wurf

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

$h$	Höhe	m	
$g$	Fallbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	9,8126m/s <sup>2</sup> = $\frac{1}{2} \cdot$
$t$	Zeit	s	

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

### 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	$h = h_0 +$
$t$	Zeit	s	
$g$	Fallbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	9,8126m/s <sup>2</sup>
$t$	Zeit	s	

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

$$v = v_0 - g \cdot t \quad v_0 = v + g \cdot t \quad t = \frac{v_0 - v}{g} \quad g = \frac{v_0 - v}{t}$$

### 1.3.8 Freier Fall

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

$h$	Höhe	m	
$g$	Fallbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	9,8126m/s <sup>2</sup> = $\frac{1}{2} \cdot$
$t$	Zeit	s	

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

### 1.3.9 Durchschnittsbeschleunigung

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

$a$	Beschleunigung	m/s <sup>2</sup>	
$v_1$	Geschwindigkeit	m/s	
$v_2$	Geschwindigkeit	m/s	$a = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2}$
$t_1$	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	s	
$t_2$	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	s	

### 1.3.10 Durchschnittsgeschwindigkeit

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

$v$	Geschwindigkeit	m/s	
$x_1$	zurückgelegter Weg	m	
$x_2$	zurückgelegter Weg	m	$v = \frac{x_1 - x_2}{t_1 - t_2}$
$t_1$	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	s	
$t_2$	aufeinanderfolgende Zeitpunkte	s	

### 1.3.11 Beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit

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

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

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

### 1.3.12 Beschleunigte Bewegung

$$v = a \cdot t$$

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

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

### 1.3.13 Geradlinige Bewegung v=konst.

$$s = v \cdot t$$

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

$$v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v}$$

## 2 Elektrotechnik

### 2.1 Allgemeine Elektrotechnik

#### 2.1.1 Spannungsteiler

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

$U_1$		$U_1 = U_g \cdot$
$U_g$		
$R_1$		
$R_1$		
$R_2$		

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

### 2.2 Elektrischer Schwingkreis

#### 2.2.1 Eigenkreisfrequenz

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

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

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

### 2.2.2 Eigenfrequenz (Ungedämpfte elektrische Schwingung)

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

$f$  Frequenz Hz  $\frac{1}{s}$   
 $\pi$   
 $L$   
 $C$

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

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

## 2.3 Elektrisches Feld

### 2.3.1 Elektrische Energie des Kondensators

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

$W$   
 $C$   
 $U$  Innere Energie kg

$$W = \frac{1}{2} \cdot$$

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

### 2.3.2 Parallelschaltung von Kondensatoren

$$C_g = C_1 + C_2$$

$C_g$   
 $C_1$   
 $C_2$

$$C_g = C_1 +$$

$$C_2 \text{ --- } C_1 = C_g - C_2 \text{ --- } C_2 = C_g - C_1 \text{ --- } Q_g = Q_1 + Q_2 \text{ --- } Q_1 = Q_g - Q_2 \text{ --- } Q_2 = Q_g - Q_1 \text{ ---}$$

### 2.3.3 Reihenschaltung von Kondensatoren

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

$C_g$   
 $C_1$   
 $C_2$   
 $C_1$   
 $C_2$

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

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

### 2.3.4 Kapazität eines Kondensators

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

$C$   
 $Q$   
 $U$  Innere Energie kg

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

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



### 2.3.5 Gesetz von Coulomb

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

$F$	Kraft	N	kg m/s <sup>2</sup>
$4\pi\epsilon_0$			
$Q_1$			
$Q_2$			
$r$			

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot$$

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

### 2.3.6 Elektrische Feldstärke

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

$E$			
$F$	Kraft	N	kg m/s <sup>2</sup>
$Q$			

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

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

## 2.4 Elektrizitätslehre

### 2.4.1 Elektrische Arbeit

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

$W$			
$U$	Innere Energie	kg	
$I$	Stromstärke	A	
$t$	Zeit	s	

$$W = U \cdot$$

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

### 2.4.2 Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$

$P$			
$U$	Innere Energie	kg	
$I$	Stromstärke	A	

$$P = U \cdot I$$

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

### 2.4.3 Spezifischer Leitwert

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

$R$			
$l$	Länge	m	
$\kappa$			
$A$	Fläche	m <sup>2</sup>	

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

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

#### 2.4.4 Spezifischer Widerstand

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

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

$R$			
$\rho$	Dichte	kg/m <sup>3</sup>	$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$
$l$	Länge	m	
$A$	Fläche	m <sup>2</sup>	

#### 2.4.5 Widerstandsänderung - Temperatur

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

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

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

#### 2.4.6 Parallelschaltung von Widerständen

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

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

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

#### 2.4.7 Reihenschaltung von Widerständen

$$R_g = R_1 + R_2$$

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

$R_g$			
$R_1$			$R_g = R_1 +$
$R_2$			

#### 2.4.8 Ohmsches Gesetz

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

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

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

#### 2.4.9 Stromstärke

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

$I$	Stromstärke	A	
$\Delta Q$	Ladungsänderung	C	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$
$\Delta t$		s	

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

## 2.5 Magnetisches Feld

### 2.5.1 Parallelschaltung (Induktivität)

Interaktiv	Interaktiv
------------	------------

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

### 2.5.2 Reihenschaltung (Induktivität)

$L_g = L_1 + L_2$	$L_g = L_1 + L_2$
-------------------	-------------------

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

### 2.5.3 Magnetischer Fluß

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

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

### 2.5.4 Induktivität einer langgestreckten Spule

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

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

### 2.5.5 Flußdichte - Feldstärke

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

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

### 2.5.6 Feldstärke einer langgestreckten Spule

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

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

$H$				
$I$	Stromstärke	A		$H = \frac{I \cdot N}{l}$
$N$				
$l$	Länge	m		

### 2.5.7 Flußdichte

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

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

$B$				
$F$	Kraft	N	kg m/s <sup>2</sup>	$B = \frac{F}{I \cdot l}$
$I$	Stromstärke	A		
$l$	Länge	m		

## 3 Optik

### 3.1 Linsen

#### 3.1.1 Bildgröße - Gegenstandsgröße

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

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

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

#### 3.1.2 Brennweite

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

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

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

### 3.2 Reflexion und Brechung

#### 3.2.1 Brechung

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

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

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

### 3.2.2 Reflexion

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

$$\begin{array}{l} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{array} \quad \alpha_1 = \alpha_2$$

## 4 Wärmelehre

### 4.1 Ausdehnung der Körper

#### 4.1.1 Volumenausdehnung

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

$$\begin{array}{l} \Delta V \\ V_0 \\ \alpha \quad \text{Winkel} \quad \text{deg} \\ \Delta T \end{array} \quad \Delta V = V_0 \cdot$$

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

#### 4.1.2 Flächenausdehnung

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

$$\begin{array}{l} \Delta A \\ A_0 \quad \text{Anfangsfläche} \quad \text{m}^2 \\ \alpha \quad \text{Winkel} \quad \text{deg} \\ \Delta T \end{array} \quad \Delta A = A_0 \cdot$$

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

#### 4.1.3 Längenausdehnung

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

$$\begin{array}{l} \Delta l \\ l_0 \\ \alpha \quad \text{Winkel} \quad \text{deg} \\ \Delta T \end{array} \quad \Delta l = l_0 \cdot$$

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

### 4.2 Energie

#### 4.2.1 Verdampfen und Kondensieren

$$Q = q_v \cdot m$$

$$\begin{array}{l} Q \\ q_v \\ m \quad \text{Masse} \quad \text{kg} \end{array} \quad Q = q_v \cdot$$

$$m \quad m = \frac{Q}{q_v} \quad q_v = \frac{Q}{m}$$

### 4.2.2 Schmelzen und Erstarren

$Q = q_s \cdot m$

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

$Q$		
$q_s$		$Q = q_s \cdot$
$m$	Masse	kg

### 4.2.3 Verbrennungsenergie

$Q = H_u \cdot m$

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

$Q$   
 $H_u$   
 $m$  Masse kg

$Q = H_u.$

#### 4.2.4 Wärmeenergie

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

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

$\Delta Q$	Ladungsänderung	$C$	A s	$\Delta Q = c \cdot$
$m$	Masse	kg		
$\Delta T$				

### 4.3 Temperatur

### 4.3.1 Temperaturdifferenz

$\Delta T = T_2 - T_1$

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

$$\frac{\Delta T}{T_2 - T_1}$$

### 4.3.2 Temperatur - Umrechnungen

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

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

$$T = 273,15\text{K} = 0^\circ\text{C}$$

### 4.3.3 Temperatur - Umrechnungen

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

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

$$T = \text{absolute Temperatur K} = 273,15\text{K} \stackrel{0^\circ}{=} T = 273,15 + \tau$$

## 4.4 Zustandsänderung der Gase

### 4.4.1 Thermische Zustandsgleichung

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

$p$	Druck	Pa	N/m <sup>2</sup>
$V$	Volumen	m <sup>3</sup>	
$\nu$	Perioden-Umdrehungen		$p \cdot V =$
$R_m$			
$T$	absolute Temperatur	K	273,15K = 0°

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

### 4.4.2 Allgemeine Gasgleichung

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

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

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

### 4.4.3 Ideale Gasgleichung

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

$\rho$	Dichte	kg/m <sup>3</sup>	
$V$	Volumen	m <sup>3</sup>	
$m$	Masse	kg	$\rho \cdot V =$
$R$			
$T$	absolute Temperatur	K	273,15K = 0°

$$m \cdot R \cdot T \text{ —}$$

### 4.4.4 Universelle Gaskonstante

$$R_m = R \cdot M$$

$R_m$			
$R$			$R_m = R \cdot$
$M$	Drehmoment	N m	kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>

$$M \text{ —}$$

### 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 = 0°
$V_2$			$W = -m \cdot$
$V_1$			

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

## 4.5 Körper und Temperaturänderung

### 4.5.1 Längenausdehnung bei Temperaturänderung

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

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

$l$	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	$\text{N/m}^2$
$\gamma$	Volumenausdehnungskoeffizient		$= 3\alpha$
$t$	Zeit	s	

### 4.5.3 Gay-Lussac

**bei konstantem Druck:**

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

$V$	Volumen	$\text{m}^3$
$T$	Temperatur	K

**bei konstantem Volumen:**

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

$\rho$	Druck	Pa	$\text{N/m}^2$
$T$	Temperatur	K	