| **gleichförmige geradlinige Bewegung** | | **gleichmäßig beschleunigte Bewegung** | |
|---|---|---|---|
| $s = v \cdot t + s_0$<br>$v = \frac{s}{t}$ | s Weg<br>v Geschwindigkeit<br>t Zeit<br>$s_0$ Anfangsweg bei $t_0 = 0$ | $s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$<br>$v = a \cdot t + v_0$ | a Beschleunigung<br>$v_0$ Anfangsgeschwindigkeit |
| **gleichförmige Kreisbewegung (Rotation)** | | gleichmäßig beschleunigte Kreisbewegung (Rotation) | |
| $v = \frac{2\pi \cdot r}{T} = 2\pi \cdot r \cdot n$<br>$v = \omega \cdot r$<br>$\varphi = \omega \cdot t + \varphi_0$<br>$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot n$ | r Radius<br>T Umlaufzeit<br>n Drehzahl<br>$\varphi$ Winkel<br>$\omega$ Winkelgeschwindigkeit<br>t Zeit<br>$\varphi_0$ Anfangswinkel | $\varphi = \frac{\alpha}{2} \cdot t^2 + \omega_0 \cdot t + \varphi_0$<br>$\omega = \alpha \cdot t + \omega_0$ | $\alpha$ Winkelbeschleunigung<br>$\omega_0$ Anfangs-winkelgeschwindigkeit |

| **Kräfte in der Mechanik** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Gewichtskraft $F_G$** | $F_G = m \cdot g$ | **Radialkraft $F_r$** (Zentripetalkraft oder Zentralkraft) | $F_r = m \cdot \frac{v^2}{r}$<br>$F_r = m \cdot \omega^2 \cdot r$ | m Masse<br>$\mu$ Reibungszahl<br>r Kreisbahnradius<br>$\rho$ Dichte<br>$m_1$, $m_2$ Massen<br>v Bahngeschwindigkeit<br>$\omega$ Winkelgeschwindigkeit<br>G Gravitationskonstante<br>r Abstand der Massenmittelpunkte |
| **Reibungskraft $F_R$** | $F_r = \mu \cdot F_N$ | | | g Fallbeschleunigung<br>$F_N$ Normalkraft<br>D Federkonstante<br>V Volumen<br>s Dehnung der Feder |
| **Federspannkraft $F_s$** | $F_s = D \cdot s$ | **Gravitationskraft F** | $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ | |
| **Auftriebskraft $F_A$** | $F_A = \rho \cdot V \cdot g$ | | | |

| **Mechanische Arbeit** | | |
|---|---|---|
| **mechanische Arbeit W** | $\vec{F}$ = konstant:<br>$W = F \cdot s$    $\sphericalangle(\vec{F}, \vec{s}) = 0$<br>$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$    $\sphericalangle(\vec{F}, \vec{s}) = \alpha$ | F Kraft<br>s Weg<br>h Höhe |
| **Hubarbeit** | $W = F_G \cdot h$ | $F_G$ Gewichtskraft |
| **Beschleunigungsarbeit** | $W = F_B \cdot s$ | $F_B$ beschleunigende Kraft |
| **Reibungsarbeit** | $W = F_R \cdot s$ | $F_R$ Reibungskraft |
| **Federspannarbeit** | $W = \frac{1}{2} F_E \cdot s = \frac{1}{2} D \cdot s^2$ | $F_E$ Endkraft (maximale Kraft)<br>D Federkonstante |
| **Arbeit im Gravitationsfeld** | $W = G \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$ | G Gravitationskonstante<br>$m_1$, $m_2$ Massen<br>$r_1$, $r_2$ Abstand vom Massenmittelpunkt |
| **Volumenänderungsarbeit W** | $W = -p \cdot \Delta V$ für $p$ = konstant | p Druck<br>$\Delta V$ Volumenänderung |





| Mechanische Energie | | | |
|---|---|---|---|
| **potentielle Energie** $E_{pot}$ **(Lageenergie)** | Körper auf der Erde:<br>$E_{pot} = F_G \cdot h$ | gespannte Feder:<br>$E_{pot} = \frac{1}{2} F_E \cdot s$ | $F_G$ Gewichtskraft<br>h Höhe<br>$F_E$ Endkraft (maximale Kraft)<br>s Dehnung der Feder |
| **kinetische Energie** $E_{kin}$ **(Bewegungsenergie)** | Translation:<br>$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ | Rotation:<br>$E_{kin} = \frac{1}{2} J \cdot \omega^2$ | m Masse<br>v Geschwindigkeit<br>J Trägheitsmoment<br>$\omega$ Winkelgeschwindigkeit |

| **Mechanische Leistung und Wirkungsgrad** | | |
|---|---|---|
| **mechanische Leistung P** | $P = \frac{W}{t}$<br>für $v$ = konst. und $F$ = konst.: $P = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$<br>für $M$ = konst. und $\omega$ = konst.: $P = M \cdot \omega$ | W verrichtete Arbrit<br>t Zeit<br>F Kraft<br>s Weg<br>v Geschwindigkeit<br>M Drehmoment<br>$\omega$ Winkelgeschwindigkeit |
| **Wirkungsgrad $\eta$** | $\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}}$    $\eta = \frac{W_{ab}}{W_{zu}}$    $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$ | $E_{ab}, W_{ab}, P_{ab}$ abgegebene (nutzbare) Energie, Arbeit, Leistung<br>$E_{ab}, W_{ab}, P_{ab}$ zugeführte (aufgewendete) Energie, Arbeit, Leistung |
| **Gesamt-wirkungsgrad $\eta_G$** | $\eta_G = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \ldots \cdot \eta_n$ | $\eta_1, \eta_2 \cdot \ldots$ Teilwirkungsgrad |

| **Dichte und Druck** | | |
|---|---|---|
| Dichte $\rho$ | $\rho = \frac{m}{V}$ | m Masse<br>V Volumen<br>F Kraft<br>A Fläche |
| Druck p | $p = \frac{F}{A}$ | |
| Schweredruck p | $p = \frac{F_G}{A} = \frac{m \cdot g}{A}$<br>$p = \rho \cdot h \cdot g$ | $\rho$ Dichte der Flüssigkeit oder des Gases<br>h Höhe<br>g Fallbeschleunigung |
| Auftriebskraft $F_A$ | $F_A = \rho \cdot V \cdot g$ | |
| hydraulische und pneumatische Anlagen | $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ | $F_1, F_2$ Kräfte an den Kolben<br>$A_1, A_2$ Fläche der Kolben |

| Strömende Flüssigkeiten und Gase | | |
|---|---|---|
| Kontinuitätsgleichung | $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ für $\frac{m}{t} = \text{konst.}$ | A Fläche<br>v Geschwindigkeit der Strömung<br>m Masse<br>t Zeit |
| bernoullische Gleichung | $p_S + p + p_{St} = \text{konstant}$<br>$p_S + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = \text{konstant}$ | $p_S$ statischer Druck<br>p Schweredruck<br>$p_{St}$ Staudruck<br>$\rho$ Dichte<br>g Fallbeschleunigung<br>h Höhe |

| Mechanische Schwingungen und Wellen | | |
|---|---|---|
| Periodendauer T (Schwingungsdauer) | $T = \frac{t}{n}$ $T = \frac{1}{f}$ | t Zeit<br>n Anzahl der Schwingungen |
| Frequenz f | $f = \frac{n}{t}$ $f = \frac{1}{T}$ | |
| Kreisfrequenz $\omega$ | $\omega = 2\pi \cdot f$ | |
| Periodendauer T<br>Fadenpendel<br>Federschwingers<br>physikalisches Pendel | für kleine Auslenkwinkel:<br>$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$<br>$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$<br>$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{m \cdot g \cdot a}}$ | l Länge des Pendels<br>g Fallbeschleunigung<br>m Masse des Körpers<br>D Federkonstante<br>J Trägheitsmoment<br>a Abstand des Aufhängungspunktes zum Massenmittelpunkt |
| Ausbreitungsgeschwindigkeit c von Wellen | $c = \lambda \cdot f$ | $\lambda$ Wellenlänge |

| Grundlagen der Elektrizitätslehre | | |
|---|---|---|
| elektrische Ladung Q | $Q = N \cdot e$ $e = 1{,}602177 \cdot 10^{-19}\,C$<br>$Q = I \cdot t$ für $I = \text{konstant}$ | N Anzahl der Elektronen<br>e Elementarladung |
| coulombsches Gesetz | $F = \frac{1}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$<br>$\varepsilon_0 = 8{,}854188 \cdot 10^{-12}\,A \cdot s \cdot V^{-1} \cdot m^{-1}$ | F Kraft<br>$\varepsilon_0$ elektrische Feldkonstante<br>$\varepsilon_r$ Dielektrizitätszahl<br>r Abstand der Punktladungen $Q_1$ und $Q_2$ |





| Gleichstromkreis | | |
|---|---|---|
| elektrische Spannung | $U = \frac{W}{Q}$ | Q elektrische Ladung<br>t Zeit<br>W mechanische Arbeit |
| elektrische Stromstärke I | $I = \frac{Q}{t}$ | |
| elektrischer Widerstand R (ohmsches Gesetz) | $R = \frac{U}{I}$ | |
| elektrische Leistung P | $P = U \cdot I$ | |
| elektrische Arbeit W | $W = P \cdot t$ $W = U \cdot I \cdot t$ | |
| elektrische Energie E | $E_{el} = P \cdot t$ $E_{el} = U \cdot I \cdot t$ | $\rho$ spezifischer elektrischer Widerstand<br>l Länge des Leiters<br>A Querschnittsfläche des Leiters |
| Widerstandsgesetz | $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$ | |

| Grundlagen der Wärmelehre | | |
|---|---|---|
| Grundgleichung der Wärmelehre | $Q = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta$ | Q Wärme<br>c spezifische Wärmekapazität<br>m Masse des Körpers<br>$\Delta\vartheta$ Temperaturänderung |
| **Aggregatzustandsänderung** | | |
| Schmelzwärme $Q_S$ (= Erstarrungswärme) | $Q_S = q_s \cdot m$ | |
| Verdampfungswärme Q (= Kondensationswärme) | $Q_V = q_v \cdot m$ | |
| **Volumen- und Längenänderung von Körpern** | | |
| Längenänderung fester Körper $\Delta l$ | $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta\vartheta$ | $l_0$ Länge vor der Temperaturänderung<br>$\alpha$ Längenausdehnungskoeffizient<br>$\gamma$ Volumenausdehnungskoeffizient<br>$V_0$ Volumen vor der Temperaturänderung |
| Volumenänderung fester und flüssiger Körper $\Delta V$ | $\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta\vartheta$<br>$\gamma = 3 \cdot \alpha$ für feste Körper | |
| Volumenänderung realer Gas (Gesetz von Gay-Lussac) | $\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta\vartheta$ für $p = \text{konstant}$<br>$V = V_0(1 + \gamma \cdot \Delta\vartheta)$ | |
| **Zustandsgleichungen des idealen Gases** | | |
| allgemeine Zustandsgleichung | $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ für $m = \text{konstant}$ | p Druck<br>V Volumen<br>T Temperatur |
| isobare Zustandsänderung | $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ für $p = \text{konstant}$ | |
| isochore Zustandsänderung | $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ für $V = \text{konstant}$ | |
| isotherme Zustandsänderung | $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ für $T = \text{konstant}$ | |