

Formelsammlung

Geometrische Optik

(Vakuum-)Lichtgeschwindigkeit (Definition)	$c := 299'792'458 \text{ m/s}$
Brechzahl (Definition)	$n_M := \frac{c}{c_M}$
Reflexionsgesetz	$\theta_1' = \theta_1$
Brechungsgesetz (Snellius)	$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \sin(\theta_2)$
Brennweite sphärischer Spiegel	$f = \frac{r}{2}$ (Vorzeichen-Konvention Tipler/Mosca)
Abbildungsgleichung für sphärische Spiegel und Linsen	$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$
Lateralvergrößerung für sphärische Spiegel und Linsen	$V := \frac{B}{G} = -\frac{b}{g}$
Abbildungsgleichung für sphärische Oberflächen	$\frac{n_1}{g} + \frac{n_2}{b} = \frac{n_2 - n_1}{r}$
Lateralvergrößerung für sphärische Oberflächen	$V := \frac{B}{G} = -\frac{n_1 b}{n_2 g}$
Linsenmachergleichung für dünne sphärische Linsen	$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{Linse}}}{n_{\text{Umgebung}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$
Brechkraft einer Linse (Definition)	$D := \frac{1}{f}$

Thermodynamik

Entropiebilanz	$I_{S1} + I_{S2} + \dots + I_S = \dot{S}$
Temperatur-Nullpunkt Celsius-Skala	$0^\circ \text{C} := 273.15 \text{ K}$
Entropiestromstärke $\leftrightarrow$ Energiestromstärke	$I_W = T \cdot I_S$
Thermische Prozessleistung	$P_{\text{th}} = \Delta T \cdot I_S$
Wirkungsgrad (allgemein)	$\eta = \frac{\text{"Nutzen"}}{\text{"Aufwand"}}$
Wirkungsgrad (Ideale thermische Maschine)	$\eta = 1 - \frac{T_{\text{tief}}}{T_{\text{hoch}}}$
Entropieleitung	$I_S = \sigma_s \frac{A}{d} \Delta T$
Avogadro-Konstante	$N_A := 6.02214073 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Molmasse	$M = \frac{m}{n}$
Erwärmbarkeit	$dT = \alpha \frac{1}{n} dS$ $\Delta T = \alpha \frac{1}{n} \Delta S$ (Ann.: α konst.) $dW = c \cdot m \cdot dT$ $\Delta W = c \cdot m \cdot \Delta T$ (Ann.: c konst.)
Druck	$p = \frac{F_{\perp}}{A}$
Schweredruck (Flüssigkeit)	$p_s = \rho \cdot g \cdot h$
Barometrische Höhenformel	$p = p_0 e^{-\frac{\rho_0}{p_0} g h}$ (Ann.: isotherme Atmosphäre)

Längenausdehnung	$\frac{\Delta l}{l} = \alpha \cdot \Delta T$
Volumenausdehnung	$\frac{\Delta V}{V} = \beta \cdot \Delta T$ $\beta \approx 3\alpha$
Ideales Gas: Allgemeine Zustandsgleichung	$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
Ideales Gas: Dalton-Gesetz (Partialdruck)	$p = \sum_i p_i$
Ideales Gas: Druck $\leftrightarrow$ Mittlere kinetische Energie	$p = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \overline{W_{\text{kin}}}$
Ideales Gas: Temperatur $\leftrightarrow$ Mittlere kinetische Energie	$\overline{W_{\text{kin}}} = \frac{3}{2} k_B T$
Gleichverteilungssatz	$\overline{W_{\text{kin}}}$ pro Freiheitsgrad = $\frac{1}{2} k_B T$ pro Teilchen $\overline{W_{\text{kin}}}$ pro Freiheitsgrad = $\frac{1}{2} RT$ pro Mol
Maxwell-Boltzmann-Verteilung	$f(v) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m}{2k_B T} \right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2k_B T}}$
Reales Gas: Van-der-Waals'sche Zustandsgleichung	$\left(p + a \left(\frac{n}{V} \right)^2 \right) (V - bn) = n \cdot R \cdot T$
Wärmezufuhr $\leftrightarrow$ Temperaturänderung	$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ $\Delta Q = C \cdot n \cdot \Delta T$
Schmelzwärme, Verdampfungswärme	$Q_s = m \cdot s$ $Q_v = m \cdot v$
Erster Hauptsatz	$dU = dQ + dW$ $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$
Gleichverteilungssatz	Mittlere Energie pro Freiheitsgrad und Teilchen $= \frac{1}{2} k_B T$ Mittlere Energie pro Freiheitsgrad und Mol $= \frac{1}{2} RT$
Innere Energie (Ideales Gas)	$U = f \cdot \frac{1}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$ $dU = n \cdot C_V \cdot dT$
Molare Wärmekapazität	
Festkörper	$C = 3 \cdot R$
Ideales Gas	$C_V = \frac{f}{2} \cdot R$ $C_p = \left(\frac{f}{2} + 1 \right) \cdot R$ $C_p - C_V = R$
Volumenarbeit	$dW = - p \cdot dV$
Adiabatenkoeffizient	$\kappa := \frac{C_p}{C_V} = \frac{f+2}{f}$
Adiabatische Zustandsänderung	$p \cdot V^\kappa$ konstant $T \cdot V^{\kappa-1}$ konstant $\frac{T^\kappa}{p^{\kappa-1}}$ konstant

Energiebilanz Thermische Maschine

$$Q_w = \Delta W + Q_k$$

Wirkungsgrad/Leistungsziffer

Wärme-Kraft-Maschine

$$\eta = \frac{\Delta W}{Q_w} = 1 - \frac{Q_k}{Q_w}$$

Wärmemaschine

$$\varepsilon = \frac{Q_w}{\Delta W} = \frac{1}{1 - \frac{Q_k}{Q_w}}$$

Kältemaschine

$$\varepsilon = \frac{Q_k}{\Delta W} = \frac{1}{\frac{Q_w}{Q_k} - 1}$$

Carnot-Wirkungsgrad/Leistungsziffer

Wärme-Kraft-Maschine

$$\eta = \frac{\Delta W}{Q_w} = 1 - \frac{T_k}{T_w}$$

Wärmemaschine

$$\varepsilon = \frac{Q_w}{\Delta W} = \frac{1}{1 - \frac{T_k}{T_w}}$$

Kältemaschine

$$\varepsilon = \frac{Q_k}{\Delta W} = \frac{1}{\frac{T_w}{T_k} - 1}$$

Wärmestrom (Wärmeleitung)

$$I_{\text{Wärme}} := \frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Wärmewiderstand

Allgemein

$$R_{\text{Wärme}} := \frac{\Delta T}{I_{\text{Wärme}}}$$

Serieschaltung

$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

Parallelschaltung

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Wärmedurchgangskoeffizient („U-Wert“)

$$U := \frac{I_{\text{Wärme}}}{A \cdot \Delta T}$$

Stefan-Boltzmann-Gesetz (Wärmestrahlung)

$$P_e = \epsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$$

Wien'sches Verschiebungsgesetz

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2.898 \text{ mm}}{T/K}$$