1 Allgemein

1.1 mathematisch

$$\sin\alpha + \sin\beta = 2\sin\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)$$
$$\sin\alpha - \sin\beta = 2\cos\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)\sin\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)$$
$$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)$$
$$\cos\alpha - \cos\beta = 2\sin\left(\frac{\beta+\alpha}{2}\right)\sin\left(\frac{\beta-\alpha}{2}\right)$$

Kartesische, Zylinder- und Kugelkoordinaten

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \widehat{=} \begin{pmatrix} r\cos\varphi \\ r\sin\varphi \\ z \end{pmatrix} \widehat{=} \begin{pmatrix} r\sin\vartheta\cos\varphi \\ r\sin\vartheta\sin\varphi \\ r\cos\vartheta \end{pmatrix}$$

$$dV_{Ka} = dxdydz$$
$$dV_{Zy} = rdrd\varphi dz$$
$$dV_{Ku} = r\sin^2\vartheta drd\vartheta d\varphi$$

1.2 physikalisch

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f}$ Stoffmenge $\nu = \frac{m}{M}$ Teilchenmasse $\mu = \frac{M}{N_A}$

2 Schwingungen und Wellen

Überlagerung $\parallel$:	$x(t) = \sum_n x_n(t)$
Überlagerung $\perp$:	$x(t) = a\cdot\cos(\omega_1 t + \varphi_1)$
(Lissajous)	$y(t) = b\cdot\cos(\omega_2 t + \varphi_2)$
Harm. Oszillator:	$m\ddot{x} + d\dot{x} + kx = \vec{F}(t)$
	$I\ddot{\varphi} + \gamma\dot{\varphi} + D\varphi = \vec{M}(t)$
Energie:	$E_{kin} = \frac{m}{2}\dot{x}^2, \quad E_{pot} = \frac{k}{2}x^2$
Gekoppelt:	$x_{1,2} = A[\cos(\omega_1 t + \varphi_1)$
	$\pm\cos(\omega_2 t + \varphi_2)]$
Wellengleichung:	$\left(\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)\eta = 0$
eine Lösung:	$\eta(x,t) = \hat{\eta}\cos(\omega t \mp kx + \alpha)$
	$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{c}$

Intensität:	$I = \frac{\rho c}{2}\omega^2\hat{\eta}^2$
harm. Kugelwelle:	$\eta(r,t) = \frac{A}{r}\cos(\omega t \mp kr + \alpha)$
Phasendifferenz:	$\Delta\varphi = k_0(n_1 r_1 - n_2 r_2)$
Gangunterschied:	$\delta = \frac{\Delta\varphi}{k_0} = n_1 r_1 - n_2 r_2$
Brechzahl:	$n = \frac{c_0}{c} = \frac{k}{k_0} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$
Brechungsgesetz:	$n_1\sin\alpha_1 = n_2\sin\alpha_2$
Doppler-Effekt:	
bew. Quelle:	$f = \frac{c}{\lambda_{r,l}} = \frac{f_0}{1 \mp \frac{v_Q}{c}}$
bew. Beobachter:	$f = f_0\left(1 \pm \frac{v_B}{c}\right)$

3 Thermodynamik

3.1 Konstanten

$0°C = 273,15K$
$1bar = 1\cdot 10^5 Pa$
$k_B = 1,3806488(13)\cdot 10^{-23} J\cdot K^{-1}$

$N_A = 6,02214129(27)\cdot 10^{23} mol^{-1}$
$R = N_A k_B = 8,3144621(75) J\cdot mol^{-1}$
$\sigma = 5,670373\cdot 10^{-8} W\cdot m^{-2}\cdot K^{-4}$

Normbedingungen:
$T_n = 273,15K$
$p_n = 101325Pa = 1atm$

3.2 Gleichungen

Ideales-Gas-Gl.:	$pV = \nu RT$
Partialdrücke:	$p_{ges} = \sum_i p_i, \quad p_i V = \nu_i RT$
Ausdehnung Festk.:	$l_1 = l_0(1 + \alpha\Delta T)$
	$A_1 = A_0(1 + \alpha\Delta T)^2$
	$V_1 = V_0(1 + \alpha\Delta T)^3$
Ausdehnung Flüssigk.:	$V_1 = V_0(1 + \gamma\Delta T)$

Wirkungsgrad:	$\eta_{\text{Wärmekraft}} = \frac{\lvert W\rvert}{Q_w} = 1 - \frac{\lvert Q_k\rvert}{Q_w} = 1 - \frac{T_k}{T_w}$
	$\eta_{\text{Wärmepumpe}} = \frac{\lvert Q_w\rvert}{W}$
Entropie:	$\delta S = \frac{\delta Q_{rev}}{T}$
	$S = k_B \ln W$
Carnot-KP:	$\frac{T_k}{T_w} = \frac{\lvert Q_k\rvert}{\lvert Q_w\rvert}$
Wärmeleitung:	$\dot{Q} = kA\Delta T, \quad \frac{1}{k} = \sum_i \frac{1}{\alpha_i} + \sum_i \frac{l_i}{\lambda_i}$

Innere Energie:	$U = N\frac{\mu}{2}\langle v^2\rangle = N\frac{f}{2}k_BT$	Wärmestrahlung:	$P = \varepsilon\sigma AT^4$
	$= \nu\frac{f}{2}RT$	VAN-DER-WAALS-Gl.:	$\nu RT = \left(p + \frac{\nu^2 a}{V^2}\right)(V - \nu b)$
	$dU = dQ - pdV$	Enthalpie:	$H = U + pdV$
mitt. freie Weglänge:	$l = \frac{k_BT}{4\sqrt{2}\pi r^2 p}$	Änderungswärme:	$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H}{T(V_1 - V_2)}$
mitt. freie Stoßfr.:	$\frac{dZ}{dt} = 4\sqrt{2}\pi r^2\frac{N}{V}\overline{v}$	Cl-Cl-Gl:	$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H_v}{\Delta V_v T}$
MAXWELL'sche GV:	$f(v) = \frac{4}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{m}{2k_BT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2k_BT}}$	Wärmekapazitäten:	$C_V = \frac{f}{2}R, \quad C_p = C_V + R$
	$v_{max} = \sqrt{\frac{2k_BT}{m}}, \langle v\rangle = \sqrt{\frac{8k_BT}{\pi m}},$		$c = \frac{C}{M} = \frac{Q}{m\Delta T}$
	$\sqrt{\langle v^2\rangle} = \sqrt{\frac{3k_BT}{m}}$	Adiabatische ZG:	$TV^{\gamma-1} = \text{const.}, pV^\gamma = \text{const.}$
Arbeit:	$W_{isob} = -p\Delta V, W_{isot} = \nu RT\ln\frac{V_A}{V_E}$		$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{f+2}{f}$
	$W_{adiabat} = \nu C_V(T_1 - T_2)$	Guggenheim²:	(Tabelle unten)

Guggenheim²:

$-S$	U	V
H		F
$-p$	G	T

4 Elektrodynamik

4.1 Konstanten

$e = 1,602176487(40) \cdot 10^{-19}C$

$m_e = 9,10938291 \cdot 10^{-31}kg$

$m_p = 1,672621777 \cdot 10^{-27}kg$

$\varepsilon_0 = 8,85418781762 \cdot 10^{-12}As \cdot V^{-1} \cdot m^{-1}$

4.2 Gleichungen

elektr. Kraft:	$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1Q_2}{r^2}\vec{e_r}$	Potential:	$dE_{pot} = -\vec{F}\vec{ds}$
allg.:	$\vec{F} = q\vec{E}$	Spannung:	$\lvert U\rvert = \int_a^b \vec{E}\vec{ds}$
elektr. Feld:	$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\iiint_V \rho(\vec{r'})\frac{\vec{r} - \vec{r'}}{\lvert\vec{r} - \vec{r'}\rvert^3}dV$	Kapazität:	$C = \left\lvert\frac{Q}{U}\right\rvert$
Superpositionsp.:	$\vec{E}_{ges} = \sum_i \vec{E}_i$	Plattenkond.:	$C = \varepsilon_0\varepsilon_r\frac{A}{d}, \quad E = \frac{U}{d}$
Dipolmoment:	$p = qr$	Energie:	$W = \frac{C}{2}U^2$
elektr. Fluss:	$\Phi = \oint_A \vec{E}d\vec{A} = \sum_i \frac{Q_i}{\varepsilon_0} = \frac{1}{\varepsilon_0}\iiint_V \rho dV$	Dielektrikum:	$\vec{D} = \varepsilon_r\varepsilon_0\vec{E}, \quad \vec{P} = \chi_e\varepsilon_0\vec{E}$
MAXWELL:	$\text{rot}\vec{E} = 0, \quad \text{div}\vec{D} = \rho_{frei}$		$\oint_A \vec{D}d\vec{A} = Q_{frei}$
OHM'sches Gesetz:	$I = \frac{U}{R}$	Leistung u. Arbeit:	$P_{el} = IU, \quad W_{el} = QU$
KIRCHHOFF:	$\sum I = 0$ (Knoten)	Parallelschaltung:	$U = U_1 = ... = U_n$
	$\sum U = 0$ (Maschen)		$C = \sum_i^n C_i, \quad \frac{1}{R} = \sum_i^n \frac{1}{R_i}$
		Reihenschaltung:	$I = I_1 = ... = I_n$
			$\frac{1}{C} = \sum_i^n \frac{1}{C_i}, \quad R = \sum_i^n R_i$