Formelsammlung

Reflexion und Brechung

(Vakuum-)Lichtgeschwindigkeit (Definition)	$c := 299'792'458$ m/s
Brechzahl (Definition)	$n := \frac{c}{c_n}$
Reflexionsgesetz	$\theta_1' = \theta_1$
Brechungsgesetz (Snellius)	$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \sin(\theta_2)$

Bildentstehung, Spiegel und Linsen

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	$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{Linse}}{n_{Umgebung}} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$
Linsenmachergleichung für dicke sphärische Linsen	$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{Linse}}{n_{Umgebung}} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \left(1 - \frac{n_{Umgebung}}{n_{Linse}}\right)\frac{d}{r_1\, r_2}\right)$
Brechkraft einer Linse (Definition)	$D := \frac{1}{f}$

Mehrlinsen- und Mehrspiegelsysteme

Brennweite (zwei sphärische Linsen, $d \approx 0$)	$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$
Lateralvergrösserung (zwei sphärische Spiegel/Linsen)	$V = V_1 \cdot V_2$

Optische Instrumente

Winkelvergrösserung (allgemein)	$V = \frac{\text{Sehwinkel } \varepsilon \text{ mit Instrument}}{\text{Sehwinkel } \varepsilon_0 \text{ ohne Instrument}}$
Winkelvergrösserung einer Lupe	$V_L = \frac{s_0}{f}$
Winkelvergrösserung eines Mikroskops	$V_M = -\frac{l}{f_{Ob}}\frac{s_0}{f_{Ok}}$
Winkelvergrösserung eines Teleskops	$V_T = -\frac{f_{Ob}}{f_{Ok}}$

Schwingungen

Federkraft	$F_F = -D \cdot x$
Federenergie	$W_F = \frac{1}{2} D x^2$
Frequenz $\leftrightarrow$ Periode	$f = \frac{1}{T}$
Kreisfrequenz $\leftrightarrow$ Frequenz	$\omega = 2\pi f$

Ungedämpfter Federschwinger	$y(t) = \hat{y}\sin(\omega_0 t + \varphi)$
	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ $\quad \omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$
Ungedämpftes Pendel (harmonische Näherung)	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ $\quad \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$
Ungedämpftes Drehpendel	$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}}$ $\quad \omega_0 = \sqrt{\frac{D}{J}}$
Gedämpfter Federschwinger	$y(t) = \hat{y}\, e^{-\delta t}\sin(\omega_d t + \varphi)$
	$\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$
	mit $F_D = k\cdot v$, $\delta = \frac{k}{2m}$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}}$
Erzwungene Schwingung Federschwinger	$x(t) = C_1\, e^{-\delta t}\sin(\omega_d t + C_2) + \hat{x}\sin(\omega_E t + \varphi)$ mit $x_E(t) = \hat{x}_E \sin(\omega_E t)$
	$\hat{x} = \hat{x}_E(\omega_E) = \frac{\omega_0^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega_E^2)^2 + 4\delta^2\omega_E^2}}\,\hat{x}_E$
	$\overline{P}_{diss} = \frac{k}{2}\hat{v}^2$ (im eingeschwungenen Zustand)
Resonanz Federschwinger	$\hat{x}_{max}$ bei $\omega_E = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}$
	$\hat{v}_{max}$ bei $\omega_E = \omega_0$

Wellen

Frequenz $\leftrightarrow$ Periode	$f = \frac{1}{T}$
Kreisfrequenz $\leftrightarrow$ Frequenz	$\omega = 2\pi f$
Ausbreitungsgeschwindigkeit	$v = \lambda\cdot f$
Harmonische Welle (1-dim.)	$y(x,t) = \hat{y}\sin(kx - \omega t + \varphi)$
	mit $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$
Energiestromdichte	$j_W = \frac{dI_W}{dA}$
Intensität	
allgemein	$I = \overline{j_W}$
harmonische Welle	$I \sim \hat{y}^2$
mechanische harmonische Welle	$I \sim \hat{y}^2\cdot\omega^2$

Elektromagnetische Wellen

Wellengleichung (1-dim.)	$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}(x,t) = \frac{1}{v^2}\cdot\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}(x,t)$
Intensität vor/hinter Polarisationsfilter (Malus)	$I_2 = I_1\cdot\cos^2(\theta)$
Fotometrische Grösse (F) $\leftrightarrow$ Radiometrische Grösse (R)	$F = R\cdot K_m\cdot V(\lambda)$

Interferenz

Konstruktive Inferferenz	$\Delta s = m\cdot\lambda$	$(m\in\mathbb{Z})$

Destruktive Interferenz	$\Delta s = \frac{\lambda}{2} + m\cdot\lambda$	$(m\in\mathbb{Z})$
Schwebungsfrequenz	$f_s = \lvert\Delta f\rvert$	
Eigenfrequenzen (f_0 = Grundfrequenz)		
beidseitig fest/geschlossen beidseitig frei/offen	$f_m = (m+1)\cdot f_0$	$(m\in\mathbb{N}_0)$
einseitig frei/offen	$f_m = (2m+1)\cdot f_0$	$(m\in\mathbb{N}_0)$
Phasendifferenz ↔ Gangunterschied (1-dim.)	$\delta = k\cdot\Delta x = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x$	
Optische Weglänge	$L = n\cdot\Delta s$	

Beugung

Interferenzmaxima beim idealen Doppelspalt	$d\cdot\sin(\theta_m) = m\cdot\lambda$	$(m\in\mathbb{Z})$
	$y_m = m\frac{\lambda\cdot l}{d}$	$(m\in\mathbb{Z})$
Interferenzminima beim idealen Doppelspalt	$d\cdot\sin(\theta_m) = \left(m - \frac{1}{2}\right)\cdot\lambda$	$(m\in\mathbb{Z})$
Interferenzmaxima beim idealen Gitter	$g\cdot\sin(\theta_m) = m\cdot\lambda$	$(m\in\mathbb{Z})$
Erstes Interferenzminimum beim idealen Gitter	$N\cdot g\cdot\sin(\theta_{min}) = \lambda$	
Interferenzminima beim realen Einzelspalt	$a\cdot\sin(\theta_m) = m\cdot\lambda$	$(m\in\mathbb{Z}\setminus\{0\})$
Auflösung einer Blende: Rayleigh-Kriterium	$\alpha_{min} = 1.22\cdot\frac{\lambda}{D}$	
Auflösung eines Beugungsgitters	$A := \frac{\lambda}{\lvert\Delta\lambda\rvert} = m\cdot N$	
Auflösung eines Mikroskops: Abbe-Bedingung	$u > \theta_1$	
Mikroskop: Numerische Apertur	$A_N := n\cdot\sin(u)$	
Auflösung eines Mikroskops	$g_{min} = \frac{\lambda_0}{A_N}$	