Formelsammlung OT 2015

Christoph Hansen

chris@university-material.de

Ich erhebe keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit. Falls ihr Fehler findet oder etwas fehlt, dann meldet euch bitte über den Emailkontakt.

Inhaltsverzeichnis

Linsen

Allgemein

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$$
$$m = -\frac{b}{g}$$

Linsen (dünn) mit Abstand:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g} - \frac{d}{f_1 f_2}$$

Linsenschleiferfromel für dünne Linsen:

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Linsenschleiferfromel für dicke Linsen:

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{(n-1) \cdot d}{r_1 \cdot r_2 \cdot n} \right)$$

Brennpunkt:

$$s'' = \frac{f_2 \cdot (f_1 - d)}{f_1 + f_2 - d}$$

Lupe

$$V_L = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{S_0}{f} + 1$$

Dabei ist ϵ_0 der Sehwinkel ohne Lupe, ϵ der mit Lupe und S_0 der Abstand vom Nahpunkt zum Auge.

Microskop

Abbildungsmaßstab

$$V_{Ob} = \frac{B}{G} = \frac{-t}{f_{Ob}}$$

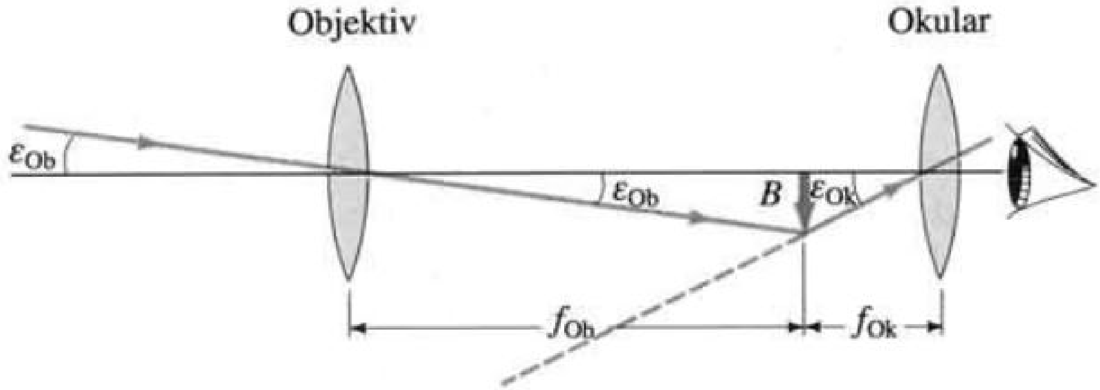
Winkelvergrößerung

$$v_{Ok} = \frac{S_0}{f_{Ok}}$$

Gesamtvergrößerung

$$v_M = V_{Ob} \cdot v_{Ok} = -\frac{t}{f_{Ob}} \cdot \frac{S_0}{f_{Ok}}$$

Teleskop



$$\tan(\epsilon_{Ob}) = -\frac{B}{f_{Ob}} \approx \epsilon_{Ob}$$
$$\tan(\epsilon_{Ok}) = -\frac{B}{f_{Ok}} \approx \epsilon_{Ok}$$

Vergrößerung

$$v_T = \frac{\epsilon_{Ok}}{\epsilon_{Ob}} = -\frac{f_{Ob}}{f_{Ok}}$$

Kamera

$$Blendenzahl = \frac{f}{d}$$

Polarsation

Allgemeine Transmission:

$$T_\perp = e^{-\mu_\perp \cdot d}$$
$$T_\parallel = e^{-\mu_\parallel \cdot d}$$

Dicke eine Lambdaviertelplatte:

$$d = \frac{\lambda}{4 \cdot |n_o - n_e|}$$
$$o : E_1(t) = E_0 \sin(\phi) \cos(\omega t)$$
$$ao : o : E_2(t) = E_0 \cos(\phi) \sin(\omega t)$$
$$I = \frac{c}{2n} \epsilon_0 E_0^2$$

Reflexionen / Transmission

Die Dicke einer Antireflexschicht ist:

$$d = \frac{\lambda_0}{4 \cdot n_{AR}}$$

Das erzeugt einen Gangunterschied von:

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda'}{2}$$

Dabei ist λ' die Wellenlänge gegen die die Antireflexschicht wirkt und λ die eingestrahlte Wellenlänge.

Extinkt./ optische Dichte

$$E_\lambda = -\lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = \epsilon_\lambda \cdot c \cdot d$$

Lambert-Beersches Gesetz:

$$I(d) = I_0 \cdot e^{-\epsilon c d}$$

Für die innere Transmission gilt:

$$T = \frac{(1-R)^2 \cdot \tau}{1-(R\tau)^2} \qquad \text{mit} \qquad \tau = e^{-Kd}$$

Für die Oberflächenreflexion gilt:

$$R = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$$

Für den Brechungsindex einer Antireflexschicht auf einem Medium gilt:

$$n_{AR} = \sqrt{n_{Medium}}$$

Lichtleiter

Numersche Apertur

$$N_A = \sqrt{n_{core}^2 - n_{clad}^2} = n_{aus} \cdot \sin(\theta_{aus})$$

Geometrische Optik

Sphärischer Spiegel

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$$

Abbildung an spärischen Flächen

$$\frac{n_1}{g} + \frac{n_2}{b} = \frac{n_2 - n_1}{r} \qquad n_2 > n_1$$
$$m = \frac{B}{G} = -\frac{n_1 \cdot b}{n_2 \cdot g}$$

Besselverfahren:

$$d = g + b - b_{anst}$$
$$f = \frac{1}{4} \cdot \frac{d^2 - \Delta^2}{d}$$

Bildfeldwölbung:

$$\Delta x = \frac{y^2}{2} \cdot \frac{1}{nf}$$

mit y als Abstand Punkt - optische Achse und Δx als Abstand Punkt - Parabel Schirm

Abbezahle:

$$\nu = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

Beugung

Intensität am Spalt:

$$I(\theta) = \frac{\sin^2\left(\frac{\pi b\sin(\theta)}{\lambda}\right)}{\left(\frac{\pi b\sin(\theta)}{\lambda}\right)^2}$$

Im ersten Minimum gilt:

$$\pi = \frac{\pi b\sin(\theta)}{\lambda}$$

Für kleine Winkel gilt:

$$\tan(\theta) = \theta = \sin(\theta) = \frac{\lambda}{b}$$

Wir definieren Δx als den Abstand vom zentralen Maximum zum ersten Minumum:

$$\Delta x = L \cdot \frac{\lambda}{b}$$

Für eine Lochblende gilt:

$$I(\theta) \sim \left[\frac{2j_1 \cdot \left(\pi d \cdot \frac{\sin(\theta)}{\lambda}\right)}{\pi d\frac{\sin(\theta)}{\lambda}}\right]^2$$

Der erste dunkle Ring entspricht nun der ersten Nullstelle von j_1. Aus der Vorlesund wissen wir das dies bei $x = 1{,}22\pi$ der Fall ist:

$$1{,}22\pi = \pi d \cdot \frac{\sin(\theta)}{\lambda}$$
$$\Leftrightarrow \sin(\theta) = 1{,}22 \cdot \frac{\lambda}{d} \approx \theta$$

Dabei ist d der Durchmesser des Lochs.

Licht

Lichtstrom:

$$\phi = K(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \phi_e$$

Strahlstärke:

$$I_e = \frac{\mathrm{d}\phi_e}{\mathrm{d}\Omega} = \frac{\phi_e}{\underbrace{4\pi}_{\text{alle Raumrichtungen}}}$$

Lichtstärke

$$I = \frac{\phi}{\underbrace{4\pi}_{\textit{alle Raumrichtungen}}}$$

spezifische Ausstrahlung

$$M_e = \frac{\phi_e}{A}$$

Bestrahlungsstärke:

$$E_e = \frac{\mathrm{d}\phi_e}{\mathrm{d}A}$$

Beleuchtungsstärke:

$$E = K_m \cdot V(\lambda) \cdot E_e$$

Strahlungsfluss:

$$\phi_e = E_e \cdot A$$

Lichtstrom:

$$\phi = K \cdot V(\lambda) \cdot \phi_e$$