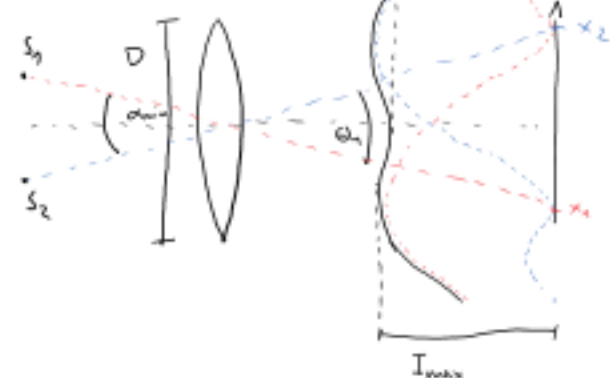


Aufgabe 1:

(a)



Das Rayleigh Kriterium dient, genauso wie andere Auflösungskriterien, dazu, zu entscheiden, ob zwei verschiedene Lichtstrahlen, deren eingeschlossener Winkel α ist, noch als 2 verschiedene auf dem Bildschirm erkennbar sind

Die Rayleigh Bedingung gibt den Winkel $\alpha_{\min}$ an, bei welchem die Einzelspaltbeugungsbilder der Strahlen S_1 und S_2 so übereinanderliegen, dass das jeweilige globale Intensitätsmaximum über dem 1. Minimum des anderen Strahles liegt

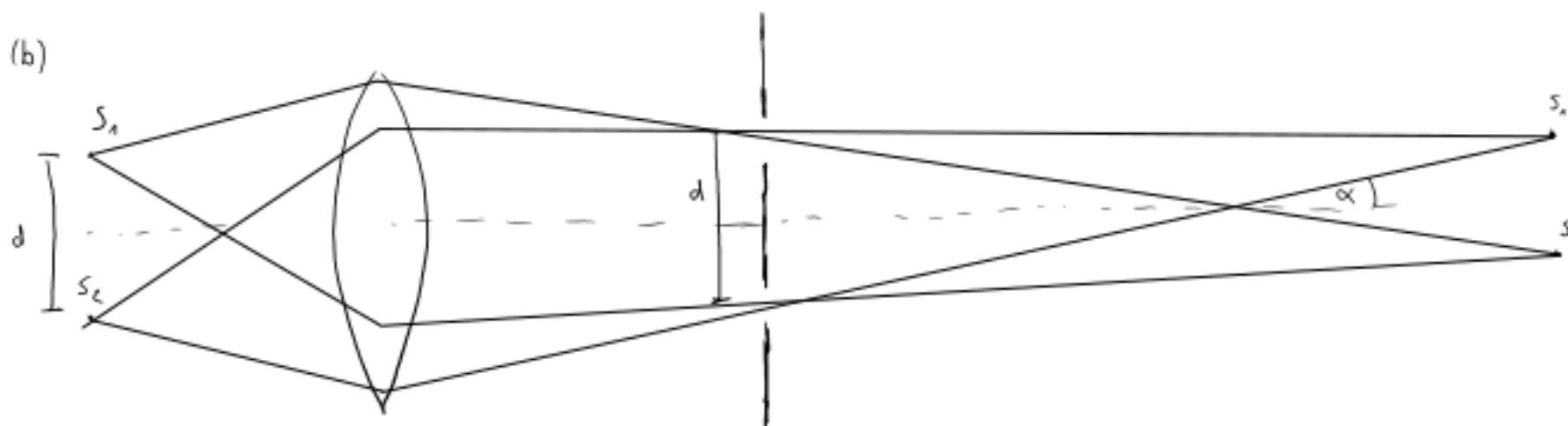
Beugung
Lochblende: $\sin \theta_1 = \frac{\lambda}{D} \cdot 1,22$

$\Rightarrow \sin \alpha_{\min} = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{D}$

aufgrund dass α sehr sehr klein ist:

$\alpha_{\min} \approx 1,22 \frac{\lambda}{D}$

(b)



Beim Abbe-Kriterium wird ein Gitter hinter die Linse gestellt, wovon aber für S_1 und S_2 jeweils mindestens 2 Strahlengänge vorhanden sein müssen, dass sich ein Bild rekonstruieren lässt. Somit muss auch die Linse groß genug sein, um die Strahlen auch beugen zu können.

Das Gitter hat dabei die Gitterkonstante d , und der Winkel zum Horizontalen des gebeugten Strahls 1. Ordnung wird mit α bezeichnet.

Es ergibt sich: $d = \frac{\lambda}{\sin \alpha}$

(c)

Wird das Abbe Kriterium nicht erfüllt, so kann überhaupt keine Auflösung mehr erzielt werden, da nicht mehr genügend Strahlen zur Bildprojektion vorhanden sind.

$\Rightarrow$ Das Abbe Kriterium ist physikalisch gesetzt

Beim Rayleigh Kriterium kann man allerdings noch nach Unterschriften von $\alpha_{\min}$ Aussagen treffen, ob 2 oder 1 Objekt vorhanden ist

$\Rightarrow$ Das Rayleigh Kriterium wurde aufgrund subjektiver Empfindung der Unterscheidbarkeit gesetzt.

(d)

Rayleigh-Kriterium: Fluoreszenz-Mikroskopie

Abbe-Kriterium: Lichtmikroskopie

2) Die gesammelte Lichtmenge ist proportional zu πr_t^2

Der Radius der ~~dicken~~ Eintrittsöffnung im Vergleich zum Auge bestimmt also den Lichteintrag: $\hookrightarrow r_a$

$$\frac{r_t^2}{r_a^2} = \frac{(2,5 \text{ cm})^2}{(0,3 \text{ cm})^2} = 69,4$$

Durch das Fernrohr wird also zumindest deutlich mehr Licht gesammelt als durch das Auge, aber auch das Verhältnis der Intensitäten spielt eine Rolle:

$$\frac{I_t}{I_a} = \frac{r_t^2}{r_a^2} \left(\frac{1}{V} \right)^2$$

Bei maximaler Vergrößerung $V=450$:

$$\frac{I_t}{I_a} = 0,00034$$

Die Helligkeit ist mit dem Fernrohr also um ein Vielfaches geringer als ohne und die maximale Vergrößerung ist unbrauchbar, da das Bild zu dunkel ist.

2

$$D = 5 \text{ cm}$$

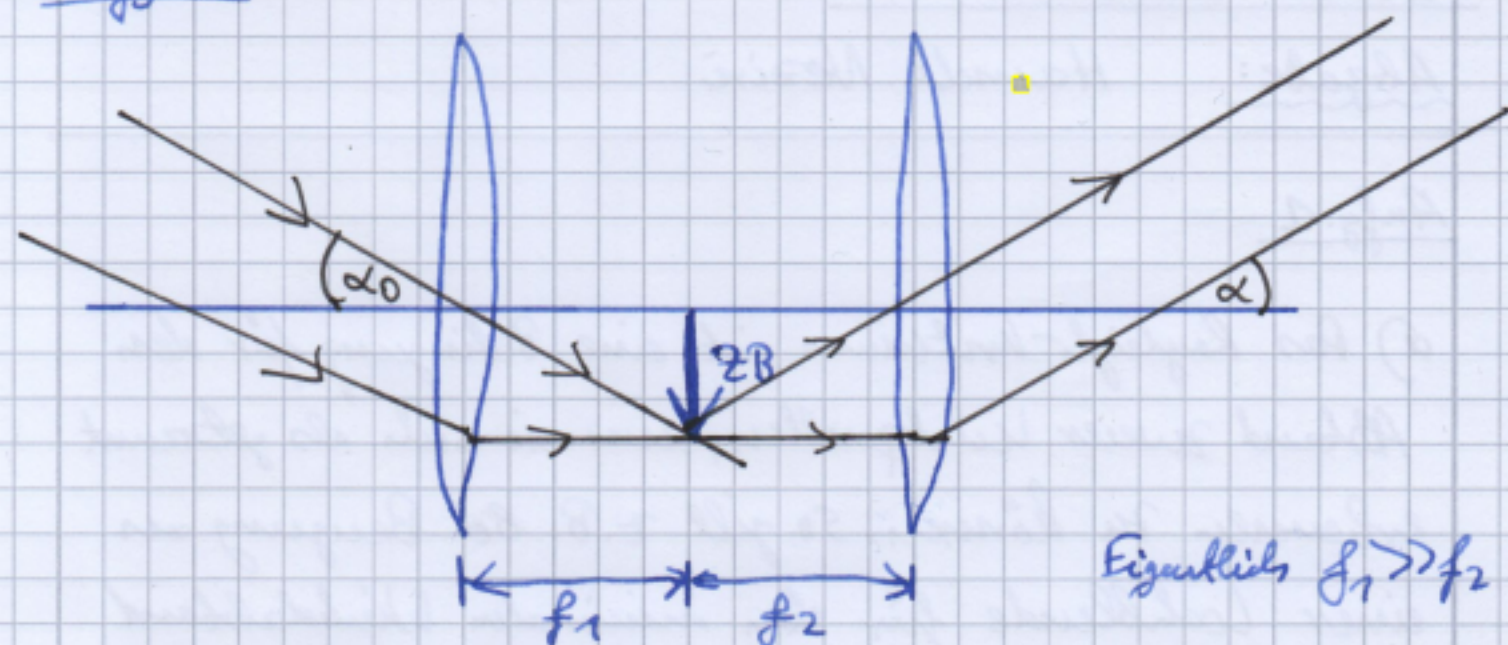
$$M = 450$$

for human eye: exit pupil $D = 2 \text{ mm} - 7 \text{ mm}$



$$M = \frac{D}{D_{\text{exit}}} \Rightarrow D_{\text{exit}} = \frac{D}{M} = .1 \text{ mm} \Rightarrow \text{not useful, much too small}$$

Aufg. 3.



Die Strahlen fallen von links parallel unter einem Winkel α_0 ein. Wähle den Vektor $\begin{pmatrix} y_0 \\ \alpha_0 \end{pmatrix}$ ($u=1$).

Matrizen:

$$\text{Translation } T(d, n) = \begin{pmatrix} 1 & d/n \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{Dünne Linse } M_L = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -D & 1 \end{pmatrix}$$

Objektiv:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -D_1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} y_0 \\ \alpha_0 \end{pmatrix}$$

M_{L1}

Translation:

$$T(f_1 + f_2, 1) \cdot M_{L1} \begin{pmatrix} y_0 \\ \alpha_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & f_1 + f_2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot M_{L1} \begin{pmatrix} y_0 \\ \alpha_0 \end{pmatrix}$$

Okular:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -D_2 & 1 \end{pmatrix} \cdot T \cdot M_{L1} \cdot \begin{pmatrix} y_0 \\ \alpha_0 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_2} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & f_1 + f_2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_1} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} y_0 \\ \alpha_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y \\ \alpha \end{pmatrix}$$

$$\Leftrightarrow \begin{pmatrix} -\frac{f_2}{f_1} & f_1 + f_2 \\ 0 & -\frac{f_1}{f_2} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} y_0 \\ \alpha_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y \\ \alpha \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{aligned} -\frac{f_2}{f_1} y_0 + (f_1 + f_2) \alpha_0 &= y \\ -\frac{f_1}{f_2} \alpha_0 &= \alpha \end{aligned}$$

Also

$$V_F = \frac{\alpha}{\alpha_0} = -\frac{f_1}{f_2} \approx 20$$

Aufgabe 4:

$$p(h_1) = p(h_0) e^{-\frac{Mg}{RT}(h_1 - h_0)}$$
$$= 1013 \text{ hPa} e^{-\frac{0,0290 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 293 \text{ K}} (8848 \text{ m})} = 360 \text{ hPa}$$

$$P_D = P_0 e^{-\frac{\Lambda}{RT_S}} \quad ; \quad \Lambda = 40,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} ; P_0 = 4,911 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$$

$$\ln\left(\frac{P_D}{P_0}\right) = -\frac{\Lambda}{R \cdot T_S}$$

$$T_{S1} = +\frac{\Lambda}{R} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{P_0}{P_D}\right)} = \frac{40800 \frac{\text{J}}{\text{mol}}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{4,911 \cdot 10^{10} \text{ Pa}}{36000 \text{ Pa}}\right)} = 348 \text{ K} = 75^\circ\text{C} \Rightarrow \text{ohne Dampfdrucktopf}$$

Mit Dampfdruckkochtopf ist: $P_D = p(h_1) + \Delta p = 990 \text{ hPa}$

$$T_{S2} = \frac{\Lambda}{R} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{P_0}{P_D}\right)} = \frac{40800 \frac{\text{J}}{\text{mol}}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}} \cdot \frac{1}{\ln\left(\frac{4,911 \cdot 10^{10} \text{ Pa}}{99000 \text{ Pa}}\right)} = 374 \text{ K} = 101^\circ\text{C} \Rightarrow \text{mit Dampfdrucktopf}$$

↓
um die 100°C wegen Näherung



⑤ a)

Ja, tatsächlich gefriert heißes Wasser schneller, als das kältere. Man nennt dies den Mpemba-Effekt. Dieser ist nicht vollständig erklärt. Eine mögliche Ursache ist, dass das wärmere Wasser eine höhere Verdunstungsrate hat und somit weniger Wasser abgekühlt werden muss. Eine weitere Ursache ist, dass das Wasser durch die stärkere Zirkulation gleichmäßiger abkühlen kann.

b) Nach Aufgabenteil a) kühlt das warme Kaffee schneller ab, daher sollte die Milch erst nach Abkühlen hinzugegeben werden. Der Zucker wird in das Milch gerührt und dann später zusammen zum Kaffee gerührt.