

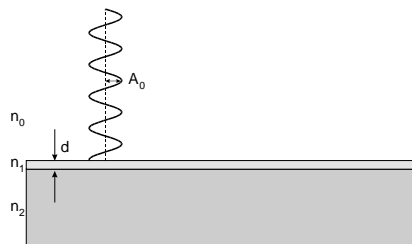
1. **Reflexionsgesetz und Extremalprinzip:** Leiten Sie das Reflexionsgesetz für einen Lichtstrahl mittels des Fermat'schen Prinzips her.
2. Ein **Teleobjektiv** besteht aus einer Sammellinse L_1 mit $f_1 = 30 \text{ mm}$ und einer Zerstreuungslinse L_2 mit $f_2 = -7,5 \text{ mm}$, die im Abstand $d = 24 \text{ mm}$ voneinander angebracht sind.
 - a) Wie groß ist die Brennweite f des Teleobjektivs? (*Lösung:* $f = 150 \text{ mm}$)
 - b) Wie groß ist der Abstand l zwischen L_1 und dem Brennpunkt F' des Teleobjektivs? (*Lösung:* $l = 54 \text{ mm}$)
3. Die Brennweite eines **Mikroskopobjektives** beträgt $f_1 = 0,3 \text{ cm}$, die des Okulars $f_2 = 3 \text{ cm}$. Die Tubuslänge beträgt $s = 16 \text{ cm}$.

→ Man ermittle, in welchem Abstand d vor dem Objektiv sich ein Gegenstand befinden muß, damit das durch das Mikroskop beobachtende Auge das Bild des Gegenstandes in der deutlichen Sehweite $L_0 = 25 \text{ cm}$ wahrnimmt. (*Lösung:* $d = 3,07 \text{ mm}$)
4. **Planparallele Glasplatte:** Ein Lichtstrahl trifft unter dem Einfallswinkel α auf eine **planparallele Glasplatte** der Dicke d , deren Brechungsindex n ist und welche sich in Luft ($n_L = 1$) befindet.
 - a) Man skizziere den Strahlengang und beschrifte die einzelnen auftretenden Winkel. Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Winkeln?
 - b) Man leite einen allgemeinen Ausdruck für den Normalabstand ΔS ab, um den der auf der anderen Seite der Glasplatte austretende Lichtstrahl gegenüber dem einfallenden Strahl parallelverschoben ist.
 - c) Wie groß ist ΔS , wenn $n = 1,5$, $d = 10 \text{ cm}$ und $\alpha = 70^\circ$ sind?
5. **Matrixmethoden:** Bestimmen Sie die Transformationsmatrix M von
 - a) einer dicken Sammellinse mit den **Krümmungsradien der Linsenflächen R_1 und R_2**
 - b) einer dicken Zerstreuungslinse mit den **Krümmungsradien der Linsenflächen R_1 und R_2**

Der Lichtstrahl falle von Links auf die erste Grenzfläche ein, der **Brechungsindex der Umgebung** sei n_1 , jener der **Linse** n_2 .

Hinweis: Die Krümmungsradien seien so groß, dass der Strahlweg in der Linse durch deren Dicke D angenähert werden kann. Die Lösung kann der Literatur entnommen werden.

6. **Reflexionsminderung:** Eine **Glasplatte** (Brechungsindex n_2), welche senkrecht mit Licht der **Vakuummwellenlänge** λ_0 bestrahlt wird, soll mit einer für diese Wellenlänge optimierten **reflexionsmindernden Schicht** (Brechungsindex n_1 , $n_1 < n_2$) versehen werden. Das gesamte System befinde sich in **Luft** (Brechungsindex n_0 , $n_0 < n_1 < n_2$, siehe Skizze).



- a) Wie groß sind **Frequenz, Wellenlänge und Phasengeschwindigkeit** der elektromagnetischen Strahlung in den drei Medien?
- b) Wie **dick** muss die **Schicht** sein, damit die an den Grenzflächen Luft/Schicht und Schicht/Glas reflektierten Teilstrahlen an Luft einen **Gangunterschied von $\lambda_{\text{Luft}}/2$** aufweisen (vernachlässigen Sie Mehrfachreflexionen)? Zeichnen Sie die reflektierten Teilwellen (analog zur schematisch dargestellten einfallenden Welle) in die Skizze ein.
- c) Wie muss der **Brechungsindex n_1 der Schicht** gewählt werden, damit die an den Grenzflächen reflektierten Teilwellen auch eine **gleich große Amplitude** aufweisen und somit die vollständige Auslöschung der reflektierten Teilstrahlen eintritt?
- d) Welche der in den Punkten **b)** und **c)** hergeleiteten Bedingungen ist technisch leicht realisierbar, welche schwierig.