

Arbeitsmaterialien zu

Borer • Frommenwiler • Fuchs •
Knoll • Kopacsy • Maurer •
Schütz • Studer • Walker

PHYSIK

Ein systemdynamischer Zugang für die Sekundarstufe II

Strahlung und Optik

Aufgaben, Serie 1

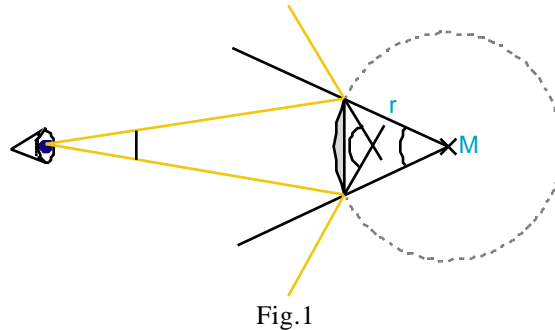
Autor: Hermann Knoll

Schule: HTW Chur

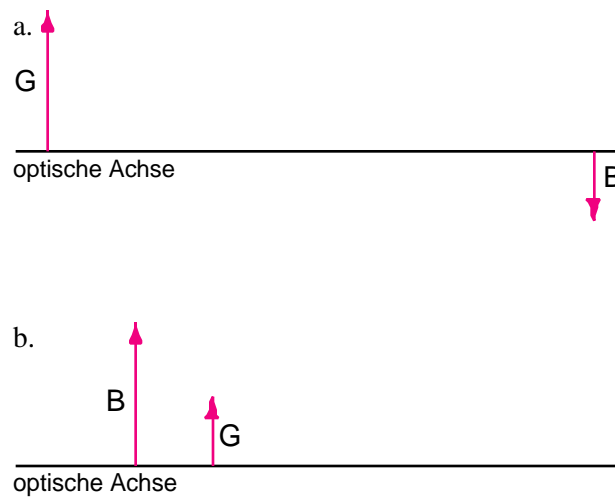
1. Wölbspiegel

Der Wölbspiegel dient z.B. als Verkehrsspiegel zur Erweiterung des Gesichtsfeldes (Weitwinkel). Gegeben ist der Radius r und der Zentriwinkel α .

- Berechnen Sie den Gesichtsfeldwinkel β als Funktion des Sehwinkels α , unter dem der Spiegel erscheint.
- Diskutieren Sie den Fall, dass der Wölbspiegels in einen Planspiegel übergeht.



- Von einem Gegenstand G wurde mit einer Sammellinse ein Bild B erzeugt (2 Varianten a. und b. in Fig. 2). Bestimmen Sie in der Zeichnung die Position der Linse und die Brennweite.



- Ein kurzsichtiger Brillenträger hat Brillengläser mit der Brechkraft von -4 dpt. Um wieviel Prozent ist der Augapfel dieses Brillenträgers länger als der eines normalsichtigen Menschen?

4. Mikroskop

Bei einem Mikroskop entsteht in der Regel das reelle Zwischenbild am oberen Rand des Tubus. Setzt man dann das Okular auf den Tubus, kann man dieses Bild wie mit einer Lupe betrachten. Man kann aber auch auf den Tubusrand eine Mattscheibe legen und somit das Zwischenbild sichtbar machen.

Es liege ein Gegenstand der Länge $G = 0.30$ mm auf dem Objekttträger und das Objektiv ist mit $40\times$ beschriftet. Also soll die Objektivvergrößerung, d.h. der Abbildungsmaßstab $A = 40$ sein. Der Abstand vom Objekt bis zur Mattscheibe wird mit 0.200 m gemessen.

- Berechnen Sie die Brennweite des Objektivs.
- Nun wird der Tubus um 1 cm verlängert und das Bild wieder scharf gestellt. Welche Vergrößerung ergibt sich jetzt?

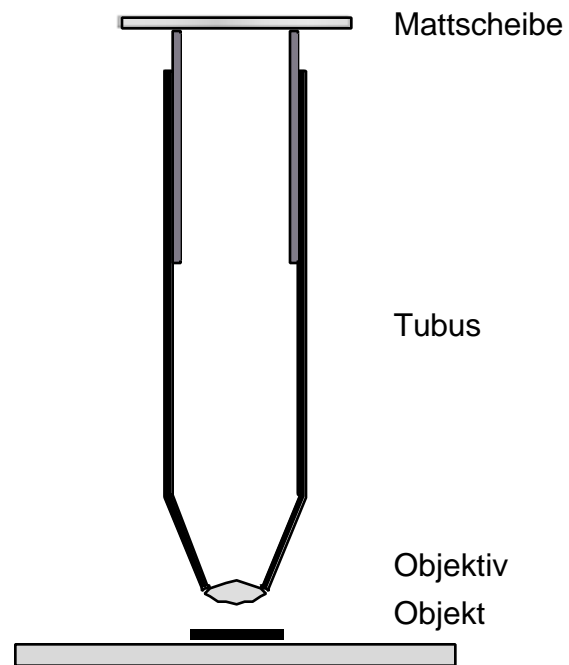
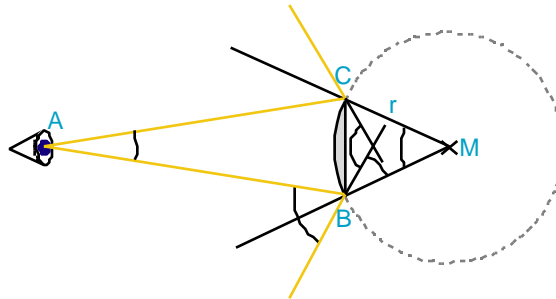


Fig.3

- Auf einer ebenen Fahrbahn liegt eine planparallele Wasserschicht von 2 mm Dicke. Wenn nun nachts ein Fahrzeug entgegen kommt, fällt das Licht auf die Wasserschicht und dringt ein.
 - Zeigen Sie, dass es bei dieser Situation nicht zur Totalreflexion am Übergang Wasser - Fahrbahn kommen kann.
 - Sie wissen allerdings, dass die Scheinwerfer eines entgegenkommenden Fahrzeugs bei nasser Strasse beträchtlich blenden. Erklären Sie, warum es zu dieser vermehrten Blendung kommt.

LÖSUNGEN

1. Es genügt, die Beziehungen zwischen den Winkeln zu beachten.



- a) Im Viereck bestehend aus den beiden Radien und den Winkelschenkeln von α gilt:

$$2\alpha + (360^\circ - \beta) - 2r = 0$$

In B kann man die Summe der Winkel bilden.

$$2\alpha + 90^\circ - \frac{r}{2} + 90^\circ - \frac{r}{2} = 180^\circ$$

Wird aus beiden Gleichungen r eliminiert, erhält man: $\alpha = 2\beta$.

- b) In diesem Fall wird $\alpha = \beta/2$ und $\beta = 2\alpha$. Das ergibt schliesslich für $\alpha = 30^\circ$.

2. Die Gerade durch die Gegenstands- und die Bildspitze schneidet die optische Achse. Dort muss der Mittelpunkt der Linse liegen. Die zur optischen Achse parallelen Strahlen durch Gegenstands- und Bildspitze werden an der Linse durch den Brennpunkt gebrochen. Daraus ergibt sich die Brennweite.

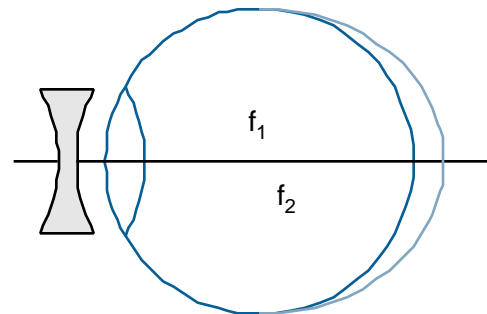
3. Die normale Augenlinse hat die Brennweite f_1 und damit die

Brechkraft $D_1 = \frac{1}{f_1}$. Mit dem Brillenglas (Brechkraft

$D_B = -4\text{dpt}$) vor der Augenlinse erhält die Linsenkombination die Brechkraft $D_2 = D_B + D_1$. Die parallel einfallenden Strahlen werden somit auf die Entfernung f_2 , der Länge des kurzsichtigen Auges fokussiert. Somit ergibt sich:

$$\frac{1}{f_2} = D_B + D_1 \quad \text{und auf } f_2 \text{ gelöst:}$$

$$f_2 = \frac{1}{D_B + D_1} = \frac{1}{D_B + \frac{1}{f_1}}$$



Nehmen wir an, dass der normale Augapfel eine Länge von 2 cm (f_1) hat, so erhält man für

$$f_2 = \frac{1}{-4\text{dpt} + \frac{1}{0.02\text{m}}} = 0.022\text{m} \quad \text{und für das Verhältnis}$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{0.022\text{m}}{0.02\text{m}} = 1.1.$$

Somit ist in diesem Fall das kurzsichtige Auge etwa 10% länger als das normalsichtige.

4. Zur Lösung verwendet man die Linsengleichung und die Definition des Abbildungsmaßstabes:

a) Nach der Linsengleichung gilt:

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

Der Abbildungsmaßstab führt zur Gleichung:

$$A = \frac{B}{G} = \frac{b}{g}$$

Ferner gilt:

$$g + b = 0.200 \text{ m}$$

Die Lösung des Gleichungssystems ergibt für $f = 0.00476 \text{ m}$, $b = 0.195 \text{ m}$ und $g = 0.00488 \text{ m}$.

b) Das neuerliche Scharfstellen verändert die Gegenstandsweite g . Deshalb können die Werte aus a) nicht verwendet werden. Die Brennweite des Objektivs ist aber jetzt bekannt. Die Gleichungen lauten:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g_2} + \frac{1}{b_2}$$

$$A_2 = \frac{B_2}{G} = \frac{b_2}{g_2}$$

$$b_2 = b_1 + 0.01 \text{ m}$$

Die Lösung des Gleichungssystems ergibt für $g_2 = 0.00487 \text{ m}$ und für $b_2 = 0.205 \text{ m}$. Der Abbildungsmaßstab ist dann:

$$A_2 = \frac{b_2}{g_2} = 42.1$$

5. Die Wasserschicht liegt auf der Fahrbahn (z.B. aus Asphalt) und benetzt sie.

a) Totalreflexion tritt beim Übergang eines Lichtstrahls vom dichteren in das dünnere Medium auf. Von Wasser zum Asphalt ist aber der Übergang ins dichtere Medium, wo das Licht absorbiert wird.

b) Bei sehr grossem Einfallswinkel ist das Transmissions-Absorptionsprodukt () sehr klein. Also dringt wenig Licht ein, der Grossteil der Intensität wird reflektiert. Somit ergibt sich eine erhebliche Blendung.