

**Aufgaben zur Vorbereitung auf die Kurzklausur Optik GK Physik Klasse 12**

LB PAETEC „Gymnasiale Oberstufe“

S.432 / 10

S. 433 / 11

S.434 / 23, 24

S436 / 37a,c; 40

## Lösungen der Aufgaben

S.432 / 10

10. In der Skizze ist der prinzipielle Strahlenverlauf angegeben.  
Mit  $\alpha_1 = 45^\circ$  und  $n = 1,5$  ergibt sich:

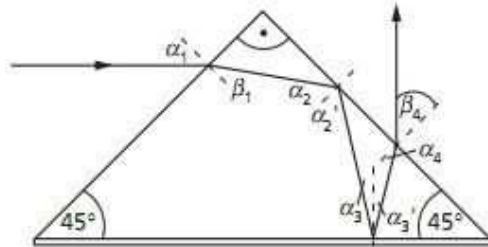
$$\sin \beta_1 = \frac{\sin \alpha_1}{n} = 0,4714 \quad \beta_1 = 28,1^\circ$$

$$\alpha_2 = 90^\circ - \beta_1 = 67,9^\circ = \alpha_2'$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 - 45^\circ = 16,9^\circ$$

$$\alpha_4 = 45^\circ - \alpha_3 = 28,1^\circ = \beta_1$$

$$\beta_4 = \alpha_1 \text{ bzw. } \sin \beta_4 = n \cdot \sin \alpha_4$$



S. 433 / 11

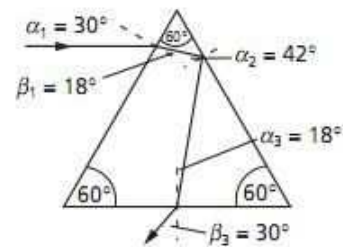
11. Angegeben sind die Strahlenverläufe und die Winkel für eine Brechzahl des Glases von  $n = 1,6$ .  
Strahl 1:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin \beta_1} = 1,6; \beta_1 = 18^\circ$$

$$\sin \alpha_G = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,6}; \alpha_G = 39^\circ$$

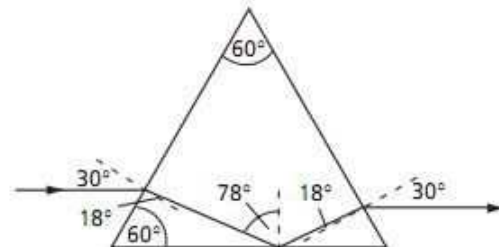
Totalreflexion bei  $\alpha_2 = 42^\circ$

$$\frac{\sin \beta_3}{\sin \alpha_3} = \frac{\sin \beta_3}{\sin 18^\circ} = 1,6; \beta_3 = 30^\circ$$



Strahl 2:

Der Brechungswinkel ist bei Strahl 1 berechnet. Im Weiteren verläuft der Lichtstrahl symmetrisch.



Strahlen 3 und 4:

- (3) Bei  $45^\circ$  tritt Totalreflexion auf, da der Grenzwinkel folgenden Wert hat:

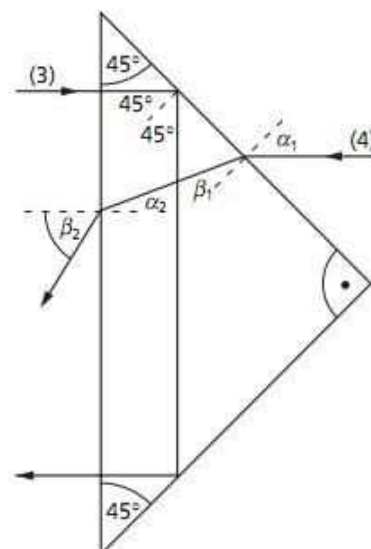
$$\sin \alpha_G = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,6}; \alpha_G = 39^\circ$$

- (4)  $\alpha_1 = 45^\circ$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \beta_1} = 1,6; \beta_1 = 26^\circ$$

$$\alpha_2 = 19^\circ$$

$$\frac{\sin \beta_2}{\sin \alpha_2} = \frac{\sin \beta_2}{\sin 18,8^\circ}; \beta_2 = 31^\circ$$



S.434 / 23

23. Für die Maxima beim Gitter gilt allgemein:

$$\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{b}$$

Die Umstellung nach  $b$  ergibt:

$$b = \frac{k \cdot \lambda}{\sin \alpha_k}$$

Mit  $k = 1$  und  $\alpha_1 = 30^\circ$  erhält man:

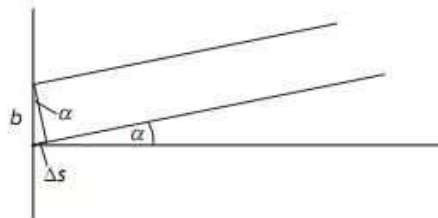
$$b = \frac{500 \text{ nm}}{\sin 30^\circ}$$

$$b = 1000 \text{ nm}$$

Die Gitterkonstante ist gerade doppelt so groß wie die Wellenlänge und beträgt  $1000 \text{ nm} = 1 \mu\text{m}$ .

S.434 / 24

24. a) Für einen relativ weit entfernten Schirm können wir die Strahlen aus den beiden Spalten, die zum gleichen Schirmpunkt gehen, als parallel annehmen. Der Winkel  $\alpha$ , den sie zum Lot auf den Schirm einnehmen, tritt dann auch in dem kleinen Dreieck auf, das den Gangunterschied der Strahlen enthält. In diesem Dreieck gilt:



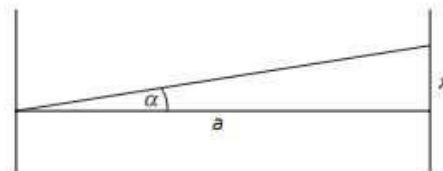
$$\sin \alpha = \frac{\Delta s}{b}$$

Für Maxima muss der Gangunterschied ein ganzzahliges Vielfaches von  $\lambda$  sein, für Minima ein ungeradzahliges Vielfaches von  $\lambda/2$ .

$$\text{Maxima: } \sin \alpha = \frac{k \cdot \lambda}{b}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\text{Minima: } \sin \alpha = \frac{(2k-1) \cdot \lambda}{2b}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Im Dreieck, das der Strahl mit dem Lot auf den Schirm bildet, gilt:



$$\tan \alpha = \frac{x}{a}$$

Da für kleine Winkel  $\tan \alpha = \sin \alpha$  ist, kann man die beiden Gleichungen gleichsetzen:

$$\frac{x}{a} = \frac{k \cdot \lambda}{b}$$

Für die Beugungsmaxima 2. Ordnung ist  $k = 2$  und der Abstand zur Schirmmitte  $x = \frac{2,1}{2} \text{ cm}$ . Damit gilt:

$$\lambda = \frac{x \cdot b}{a \cdot k} = \frac{1,05 \text{ cm} \cdot 0,4 \text{ mm}}{3 \text{ m} \cdot 2} = \frac{4,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}{6 \text{ m}} = 700 \text{ nm}.$$

- b) Betrachtet man die Formel für die Maxima  $\sin \alpha = \frac{k \cdot \lambda}{b}$  mit  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , so ist der Winkel, unter dem Maxima für  $n \neq 0$  beobachtet werden, von der Wellenlänge abhängig. Licht mit größerer Wellenlänge wird stärker gebeugt. Für  $k = 0$  ist der Winkel aber immer  $0^\circ$ , deshalb treffen im 0. Maximum alle Farben zusammen und man beobachtet weißes Licht. Das Maximum 1. Ordnung ist vom Maximum 2. Ordnung scharf zu trennen, wenn die am weitesten abgelenkte Farbe des Maximums 1. Ordnung weniger abgelenkt wird als die am wenigsten abgelenkte Farbe des Maximums 2. Ordnung.

$$\frac{1 \cdot \lambda_1}{b} < \frac{2 \cdot \lambda_2}{b}. \text{ Dies ist erfüllt, weil } 780 \text{ nm} < 2 \cdot 400 \text{ nm}.$$

S436 / 37a,c

37. a) Mit Licht wird Energie transportiert. Reflexion von Licht bedeutet auch die Umlenkung von Energie. Verringert man die Reflexion, so geht mehr Licht und damit mehr Energie in die Linse über. Auch für Licht gilt der Energieerhaltungssatz.
- c) Die Empfehlung ist sinnvoll. Insbesondere bei ungünstigen Lichtverhältnissen gelangt mehr Licht durch die Brillengläser in die Augen.

Hinweis: Die Verminderung von Reflexionen aus der Sicht anderer Personen sind ein eher nebensächlicher Effekt.

S436 / 40

40. Das Licht der LCD-Anzeige ist linear polarisiert. Deshalb gelangt bei einer bestimmten Stellung eines Polarisationsfilters kein Licht mehr hindurch (s. LB, S. 426 unten).