

Klausur GK Physik 12 – I (Oktober 2017)**erlaubte Hilfsmittel**

- Tafelwerk
- Taschenrechner
- **Geodreieck** (alternativ Winkelmesser, Lineal)

Themenschwerpunkte

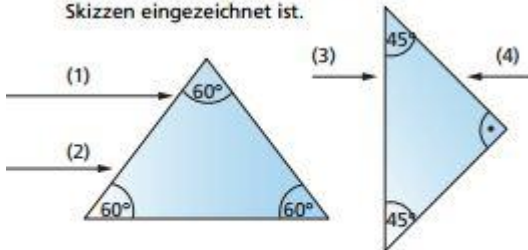
- Modelle „Lichtstrahl“ und „Lichtwelle“
- Reflexions- und Brechungsgesetz (Brechzahl n , Sonderfall Totalreflexion, Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit, Ermittlung der Brennweite von Sammellinsen)
<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/lichtbrechung>
- Huygenssches Prinzip
<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/wellenmodell-des-lichts/huygenssches-prinzip>
- Beugung von Lichtwellen
- Interferenz an Doppelspalt und optischem Gitter (Kohärenz)
<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/beugung-und-interferenz>
- Interferenz an dünnen Schichten
- Polarisation von Lichtwellen
<http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/polarisation>

Aufgaben zur Vorbereitung auf die Klausur zum Thema „Optik“

Quelle: LB PAETEC „Gymnasiale Oberstufe“

S. 433 / 11

11. Lichtstrahlen treffen so auf ein gleichseitiges bzw. auf ein rechtwinkliges Prisma, wie es in den Skizzen eingezeichnet ist.



Skizzieren Sie jeweils den weiteren Strahlenverlauf bis zum Austritt aus dem Prisma! Kennzeichnen Sie in den Skizzen alle Winkel und berechnen Sie diese!

S.434 / 23, 24

23. Ein Gitter mit unbekannter Gitterkonstanten wird mit parallelem monochromatischem Licht der Wellenlänge $\lambda = 500 \text{ nm}$ beleuchtet. Das Maximum 1. Ordnung wird unter einem Winkel von 30° beobachtet. Wie groß ist die Gitterkonstante?

24. Ein Doppelspalt mit dem Abstand der Spaltmitten von $d = 0,40 \text{ mm}$ wird senkrecht mit monochromatischem und parallelem Licht bestrahlt. Auf einem im Abstand $a = 3,00 \text{ m}$ parallel zum Doppelspalt angebrachten Schirm beobachtet man das Beugungsbild.

a) Erläutern Sie mithilfe einer Zeichnung das Entstehen der Intensitätsminima und -maxima auf dem Schirm. Leiten Sie je eine Beziehung für die zugehörigen Beugungswinkel her! Auf dem Schirm beträgt der Abstand der Maxima 2. Ordnung $2,1 \text{ cm}$. Bestimmen Sie die Wellenlänge!

b) Anstatt mit monochromatischem Licht wird die Anordnung jetzt mit parallelem weißem Glühlicht beleuchtet ($390 \text{ nm} \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$). Erläutern Sie, weshalb man ein weißes Maximum 0. Ordnung und kontinuierliche Spektren in höheren Ordnungen beobachtet.

S.436 / 37a,c

37. Verringert man die Reflexion von Licht an Linsen, so erhöht sich deren Lichtdurchlässigkeit.

a) Begründen Sie diese Aussage!

c) Optiker empfehlen die Entspiegelung von Brillengläsern. Ist das eine sinnvolle Empfehlung? Was wird durch eine solche Entspiegelung erreicht?

S.436 / 40

40. Die beiden Fotos rechts oben zeigen das Display einer Uhr mit LCD-Anzeige

- a) mit Polarisationsfilter
- b) mit Polarisationsfilter um 90° gedreht.



Wie sind die Unterschiede zu erklären?

Lösungen der Aufgaben

S. 433 / 11

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

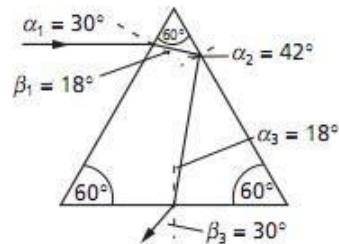
Strahl 1:

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

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

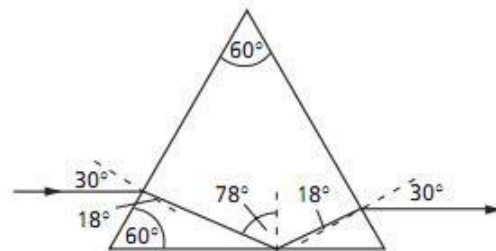
Totalreflexion bei $\alpha_2 = 42^\circ$

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



Strahl 2:

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



Strahlen 3 und 4:

(3) Bei 45° tritt Totalreflexion auf, da der Grenzwinkel folgenden Wert hat:

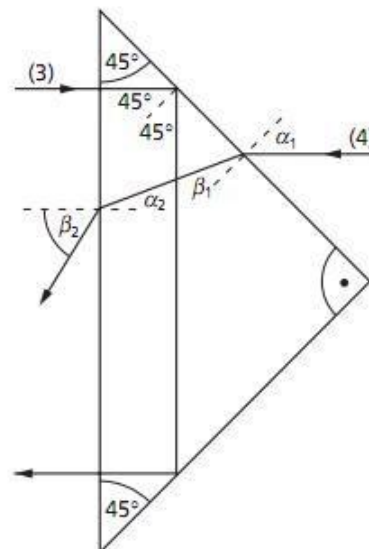
$$\sin \alpha_G = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,6}; \alpha_G \approx 39^\circ$$

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

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

$$\alpha_2 = 19^\circ$$

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



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:

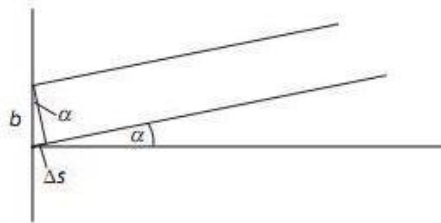
$$b = \frac{500 \text{ nm}}{\sin 30^\circ}$$

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

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 α , 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:



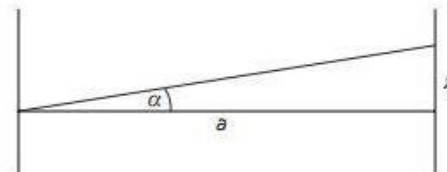
$$\sin \alpha = \frac{\Delta s}{b}$$

Für Maxima muss der Gangunterschied ein ganzzahliges Vielfaches von λ 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° , deshalb treffen im 0. Maximum alle Farben zusammen und man beobachtet weißes Licht.

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).