Lösungsblatt für die Übung

Martin Wellmann 23.05.2017

Aufgabe 1:

Ein optisches Gitter steht 90 cm vor einem Schirm und wird senkrecht mit Licht der Wellenlänge 632,8 nm bestrahlt. Symmetrisch zur Anordnung sind fünf rote Punkte auf dem Schirm zu sehen, wobei die beiden äußeren einen Abstand von 2,1 m haben.
Berechne die Gitterkonstante.

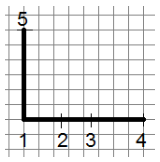
5 rote Punkte → s_2 = 1,05 m → $tan(\alpha_2) = \frac{105cm}{90cm}$ → $\alpha_2 = 49{,}4°$ → $sin(\alpha_2) = \frac{2\lambda}{a}$ → a = 1,667 µm.

Aufgabe 2:

Erläutere ausführlich das Phänomen der Totalreflexion. Gib Beispiele an.

Prinzip von Huygens erläutern und für Reflexion, Brechung und Interferenz anwenden können.
Grenzwinkel für die Totalreflexion herleiten können.
Fata Morgana, Lichtwellenleiter, Aufgabe mit Taucher im See

Aufgabe 3:



Auf einer Wasseroberfläche befinden sich entsprechend der Skizze die Punkte P1 bis P5. Ein Kästchen entspricht der Länge 2 cm. In den Punkten P1 bis P4 befinden sich Wellenerreger, die alle gleichphasig mit einer Amplitude 3,0 mm schwingen. Dabei entstehen Wellen mit einer Wellenlänge von 2 cm.
Die Erreger können einzeln zu – bzw. abgeschaltet werden.

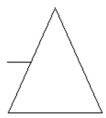
a) Beschreibe jeweils, was im Punkt P5 zu beobachten ist, wenn nur die Erreger 1 und 2; 1 und 3 bzw. 1 und 4 schwingen.
b) Was ist in P5 zu beobachten, wenn alle vier Schwinger schwingen?

Hier hilft der Pythagoras:
$|P_5P_1|$=12 cm = 6λ, $|P_5P_2|$=13 cm = 6,5λ, $|P_5P_3|$=15cm = 7,5λ und $|P_5P_4|$=20cm = 10λ

a) Erreger 1 und 2 Auslöschung in P_5
Erreger 1 und 3 Auslöschung in P_5
Erreger 1 und 4 Schwingung mit Amplitude 6,0mm in P_5 (Interferenzmaximum)

b) Erreger 1 und 2 Auslöschung in P_5
Erreger 3 und 4 Auslöschung in P_5
→ Auslöschung in P_5

Aufgabe 4



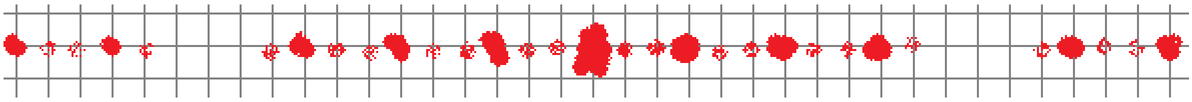
Gegeben ist ein liegendes dreiseitiges Prisma, welches als Grundfläche ein gleichschenkliges Dreieck hat.
Der Winkel an der Spitze beträgt 40°, die Brechzahl n = 1,5. Mittig trifft auf die linke Fläche parallel zur Grundseite ein Lichtstrahl auf.

a) Skizziere den Strahlengang. Berechne dazu alle notwendigen Winkel exakt.
b) Um wieviel Grad wird er Strahl insgesamt abgelenkt?

Erste Brechung: $\alpha_1 = 20° \rightarrow \beta_1 = 13{,}18°$
Zweite Brechnung → Lotfußpunkt auf rechtem Schenkel des Dreiecks
→ $\alpha_2 = 26{,}82° \rightarrow \beta_1 = 42{,}59°$
Gesamtablenkung: $42{,}59° - 20° = 22{,}59°\ nach\ unten.$

Aufgabe 5

Gegeben ist das folgende Bild auf einem Schirm. Eine Kästchenlänge ist 0,5 cm.



a) Wie kann ein solches Bild entstehen? Beschreibe und Begründe ausführlich.
b) Der verwendete Mehrfachspalt steht 1,2 m vom Schirm entfernt und hat einen Spaltmittenabstand von a = 48 µm. Berechne die Wellenlänge des Lichts.
c) Berechne die Spaltbreite.

Lösung:

a) Interferenzbild Mehrfachspalt
2 Nebenmaxima zwischen den Hauptmaxima → Vierfachspalt
Skizze vom Versuchsaufbau Praktikum würde helfen, ebenso ein Hinweis auf Interferenz am Mehrfachspalt / Gitter nach Huygens → Überlagerung Elementarwellen
Die vierten Hauptmaxima fehlen → Auslöschung an den vier Einfachspalten → Erstes Minimum Einfachspaltlöscht 4. Maximum Vierfachspalt aus.

b) $tan(\alpha) = \frac{1{,}5cm}{120cm} \rightarrow \alpha = 0{,}716°$

$$sin(\alpha) = \frac{\lambda}{48 \cdot 10^{-6}m} \rightarrow \lambda = 6 \cdot 10^{-7}m = 600nm$$

c) Bedingung für erstes Minimum beim Einfachspalt $sin\left(arctan\left(\frac{6cm}{120cm}\right)\right) = \frac{6\cdot 10^{-7}m}{b}$

$$b = \frac{6 \cdot 10^{-7}m}{\sin(2{,}86°)} = 12\mu m$$