

Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner (GTR), Schreibutensilien, Formelsammlung

Der Doppelspalt: Interferenz beim Licht

In einem Experiment untersucht man Interferenzen von sichtbarem Licht, das einen Doppelspalt durchläuft.

Der verwendete Doppelspalt hat einen Spaltabstand von $d = 0,57 \text{ mm}$. Der Schirm, auf dem die Interferenzen beobachtet werden können, kann in verschiedenen Entfernungen e vom Doppelspalt aufgestellt werden (Abbildung 1). Hierbei ist die verwendete Lichtwellenlänge λ sehr viel kleiner als der Spaltabstand d und der Spaltabstand d wiederum sehr viel kleiner als die Entfernung e .

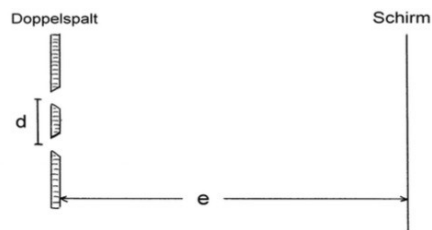


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau des Doppelspaltexperiments (nicht maßstäblich gezeichnet)

Der Doppelspalt wird mit monochromatischem Licht der Wellenlänge λ beleuchtet. Der Schirm wird in drei verschiedenen Entfernungen aufgestellt und darauf werden die entstehenden Hell- und Dunkelstellen fotografiert. Zur Messung wird ein Längenmaßstab mit cm-Einteilung unterlegt. Die drei entstandenen Interferenzbilder sind in Abbildung 2 dargestellt.

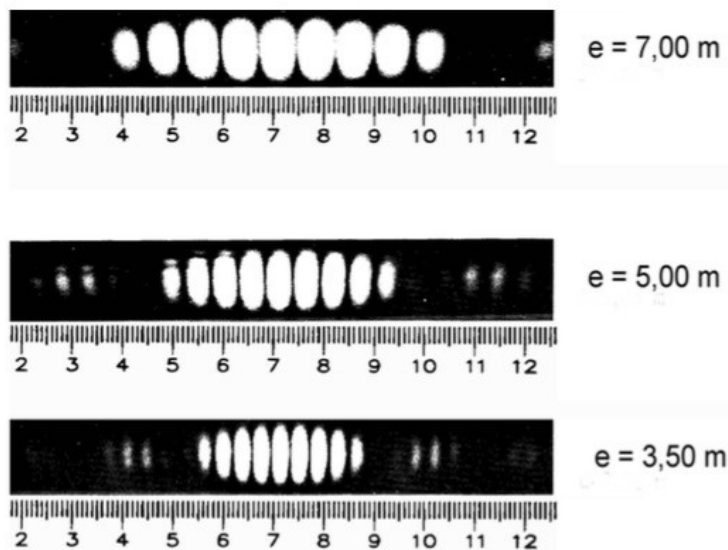


Abbildung 2: Interferenzbilder für drei verschiedene Schirmrentfernungen e
(Quelle: Materialien zum Kursunterricht Physik, Teil 2, Aulis-Verlag, 1980, geändert)

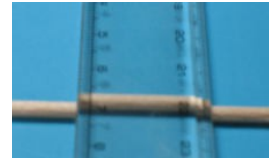
- 1.1. Erläutern Sie, warum auf dem Schirm Hell- und Dunkelbereiche entstehen. (Gehen Sie dabei davon aus, dass die Spaltbreiten vernachlässigbar klein sind.)
- 1.2. Erläutern Sie, warum die Abfolge der Hell- und Dunkelstellen symmetrisch zum Maximum der Ordnung Null ist. Erläutern Sie dazu auch das Zustandekommen des Maximums der Ordnung Null.
- 1.3. Für die Entfernung a_n des Maximums n -ter Ordnung von der Mitte der Interferenzfigur gilt näherungsweise (für kleine Winkel α_n):
$$a_n = \frac{n \cdot e \cdot \lambda}{d}$$
 Leiten Sie diese Gleichung anhand einer geeigneten Skizze her und erläutern Sie Ihre Herleitungsschritte.
- 1.4. Ermitteln Sie aus der Abbildung 2 für die drei Interferenzfiguren jeweils die Wellenlänge.
- 1.5. Ein Experimentator beleuchtet nun den Doppelspalt mit Licht eines Helium- Neon-Lasers mit der

Wellenlänge $\lambda = 633 \text{ nm}$. Er misst bei dem Abstand $e = 7,00 \text{ m}$ die Entfernung des Maximums erster Ordnung vom Maximum der Ordnung Null zu $a_1 = 7,5 \text{ mm}$.

Berechnen Sie den prozentualen Fehler der Ableitung von a_1 . (Tipp: s.u.)

1.6. Wie lässt sich der absolute Fehler bei der Wellenlängenbestimmung (in 1.4.) minimieren?

Lichtbrechung Beim Übergang zwischen zwei transparenten Medien wird ein Teil des Lichtes gebrochen. Dieser Effekt lässt sich mit dem Huygensschen Prinzip und der Annahme, dass Licht in unterschiedlichen Medien auch unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeiten hat, erklären. Das Gehirn des Beobachters „kennt“ allerdings nur geradlinige Lichtausbreitung und verlängert den ankommenden gebrochenen Lichtstrahl geradlinig zu seinem virtuellen Ursprungsort. Dadurch entstehen einige interessante optische Eindrücke.



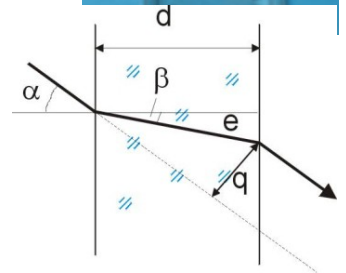
2.1. Beim Durchgang durch eine planparallele Platte unter einem Eintrittswinkel von $\alpha \neq 0$ erfährt das Licht eine Querverschiebung (s. Abb.).

a) Geben Sie eine allgemein gültige Formel für die Querverschiebung q an, die nur von den Variablen d , α und β abhängt: $q = f(d, \alpha, \beta)$

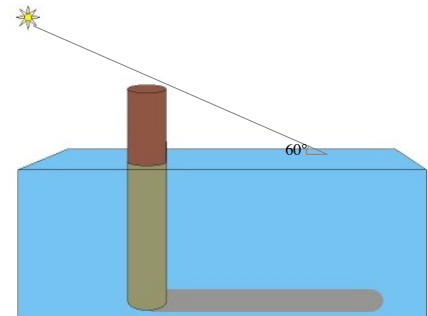
b) Modifizieren Sie die Lsg. aus a), sodass $q = f(d, \alpha, n)$ gilt, wobei n der Brechungsindex der Platte ist ($n_{\text{Luft}} = 1$).

c) Berechnen Sie q für $d = 10 \text{ mm}$, $\alpha = 45^\circ$ und $n = 1,5$.

d) Was ließe sich beobachten, wenn bei gleicher Versuchsanordnung die Platte aus Diamant bestünde?



2.2. In ein Wasserbecken von 2 m Tiefe wird ein Pfahl gerammt, der 50 cm aus dem Wasser herausragt. Wie lang ist der Schatten des Pfahls auf dem Grund des Wasserbeckens, wenn die Sonnenstrahlen unter einem Winkel von 60° zur Wasseroberfläche einfallen?



2.3. Erklären Sie mit Hilfe einer Skizze wodurch der Eindruck entsteht, dass die Sonne morgens und abends nicht rund, sondern abgeplattet ist?



- siehe Formelsammlung
- Der absolute Fehler Δx berechnet sich als Differenz aus gemessenem Wert x_{mess} und dem exakten Wert x (manchmal der Literaturwert). Den Quotienten aus absolutem Fehler und tatsächlichem Wert nennt man relativer Fehler. Der prozentuale Fehler ist genau der relative Fehler – nur als Prozentzahl angegeben.

