

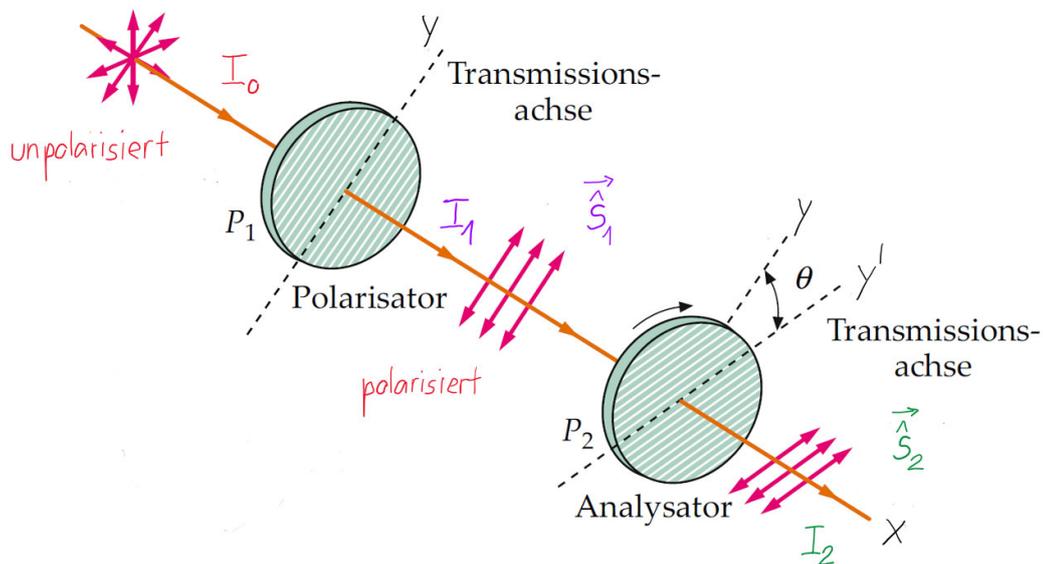
Aufgaben 8 Wellen Polarisation

Lernziele

- das Phänomen Polarisation kennen und verstehen.
- den quantitativen Zusammenhang zwischen den Intensitäten von Licht vor und hinter einem Polarisationsfilter kennen, verstehen und anwenden können.
- einen neuen Sachverhalt analysieren und beurteilen können.

Aufgaben

- 8.1 Eine zunächst vollständig unpolarisierte periodische Welle läuft durch die folgende Polarisator-Analysator-Anordnung (siehe Unterricht):



- Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen dem Betrag \hat{s}_2 des Schwingungsvektors \vec{s}_2 und dem Betrag \hat{s}_1 des Schwingungsvektors \vec{s}_1 . Drücken Sie \hat{s}_2 in Abhängigkeit von \hat{s}_1 und θ ($0 \leq \theta \leq \pi/2$) aus.
- Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen den Intensitäten I_1 und I_2 der Welle vor und hinter dem Analysator.

Hinweise:

- Die Intensität einer periodischen Welle ist proportional zum Quadrat der Amplitude der Welle.
- Die Amplitude einer periodischen Welle ist gleich dem Betrag des Schwingungsvektors.
- Verwenden Sie das Ergebnis aus a).

- Zeigen Sie, dass die Intensität I_1 der linear polarisierten Welle hinter dem Polarisator genau halb so gross ist wie die Intensität I_0 der vollständig unpolarisierten Welle vor dem Polarisator.

Hinweise:

- Die vollständig unpolarisierte Welle vor dem Polarisator kann als Gemisch von linear polarisierten Wellen mit einer gleichmässigen Verteilung aller Richtungen des Schwingungsvektors aufgefasst werden.
- Der gesuchte Zusammenhang kann daher mit Hilfe des Ergebnisses aus b) ausgedrückt werden, wobei aber der Faktor $\overline{\cos^2(\theta)}$ über alle Winkel im Intervall $0 \leq \theta \leq \pi/2$ gemittelt werden muss:

$$I_1 = \overline{\cos^2(\theta)} \cdot I_0$$

- Für die Mittelwertbildung muss die folgende Integration ausgeführt werden:

$$\overline{\cos^2(\theta)} = \frac{1}{\pi/2} \int_0^{\pi/2} \cos^2(\theta) d\theta$$

8.2 Eine horizontal polarisierte Welle durchläuft einen Polarisator. Experimentell wird festgestellt, dass die Intensität der Welle hinter dem Polarisator nur noch 15% der Intensität der Welle vor dem Polarisator ist. Bestimmen Sie den Winkel zwischen der Transmissionsachse des Polarisators und der Horizontalen.

8.3 Die Achsen zweier Polarisatoren sind um 90° gekreuzt, so dass keine Welle durch das System der beiden Polarisatoren durchgelassen wird.

Zwischen den beiden Polarisatoren wird nun jedoch ein dritter Polarisator angebracht, dessen Transmissionsachse mit derjenigen des ersten Polarisators den Winkel θ bildet. Dies bewirkt, dass nun doch ein Teil einer auf den ersten Polarisator auftreffenden Welle durch das System aller drei Polarisatoren hindurch gelangen kann.

Eine vollständig unpolarisierte Welle trifft auf das System der drei Polarisatoren auf.

- a) Bestimmen Sie, wie das Verhältnis der Intensitäten der Welle hinter dem dritten Polarisator und vor dem ersten Polarisator vom Winkel θ abhängt.
- b) Zeigen Sie, dass das in a) bestimmte Intensitätsverhältnis bei $\theta = 45^\circ$ maximal ist.

Lösungen

- 8.1 a) $\hat{s}_2 = \cos(\theta) \cdot \hat{s}_1$
b) $I_2 = \cos^2(\theta) \cdot I_1$ (Gesetz von Malus)
c) ...
 $I_1 = \frac{1}{2} I_0$

8.2 $\theta = \arccos(\sqrt{0.15}) = 67^\circ$

- 8.3 a) $\frac{I_3}{I_0} = \frac{1}{8} \sin^2(2\theta)$
b) $\frac{I_3}{I_0}$ maximal bei $\theta = 45^\circ$