

Versuch 1: Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht in einem Glasprisma

Theoretische Grundlagen:

I. Formeln zur Berechnung der Lichtgeschwindigkeit c .

$$1. c = \lambda \cdot f$$

λ ... Wellenlänge

f ... Frequenz

$$\text{Einheitenbetrachtung: } [c] = m \cdot Hz = \frac{m}{s}$$

$$2. c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \mu_r \cdot \mu_0}}$$

ϵ_r ... elektrische Feldkonstante

μ_r ... Permeabilitätszahl

ϵ_0 ... Dielektrizitätszahl

μ_0 ... magnetisch Feldkonstante

$$\text{Einheitenbetrachtung: } [c] = \frac{1}{\sqrt{\frac{As}{Vm} \cdot \frac{Vs}{Am}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{s^2}{m^2}}} = \frac{1}{\frac{s}{m}} = \frac{m}{s}$$

$$3. \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} \qquad c_2 = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot c_1$$

c_1 ... Ausbreitungsgeschwindigkeit in Luft

c_2 ... Ausbreitungsgeschwindigkeit im Glasprisma

$$\text{Einheitenbetrachtung: } [c] = \frac{m}{s}$$

Versuchsdurchführung:

Man beginnt das Experiment, indem man die optische Leuchte einschaltet. Dies geschieht durch das Anlegen einer Spannung an den Stromkreis.

Danach bündelt man den Lichtstrahl mit Hilfe des Kondensors und richtet ihn auf die Spaltblende aus. Nachdem der Strahl die Spaltblende passiert hat, trifft er auf das Glasprisma. Nun zeichnet man den Strahlenverlauf auf Millimeterpapier ein und misst unter zu Hilfenahme des Winkelmessers den Einfallswinkel (α), mit dem der Lichtstrahl auf das Glasprisma trifft. Aufgrund der Brechung beim Übergang Luft – Glas entsteht ein vom Einfallswinkel verschiedener Ausfallswinkel (β). Dieser wird eben-

falls gemessen oder über den Arcustangens aus der Division von l durch s bestimmt und notiert.

Dies wird für mehrere Einfallswinkel (α) wiederholt und ein Mittelwert von c_2 gebildet.

Messwerte:

Nr.	α in $^\circ$	β in $^\circ$	c_1 in $\frac{km}{s}$	c_2 in $\frac{km}{s}$
1	54	27	299792,46	168232,47
2	30	24		243873,16
3	50	42		261865,11
4	60	34		193576,09
5	70	44		221618,58

Aufgabe:

1. Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht in einem Glasprisma.

über Formel 3:

$$c_1 \approx 299792,46 \frac{km}{s}$$

$$c_{2_1} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot c_1$$

$$c_{2_1} = \frac{\sin(27^\circ)}{\sin(54^\circ)} \cdot 299792,46 \frac{km}{s}$$

$$\underline{\underline{c_{2_1} = 168232,47 \frac{km}{s}}}$$

$$c_{2_2} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot c_1$$

$$c_{2_2} = \frac{\sin(24^\circ)}{\sin(30^\circ)} \cdot 299792,46 \frac{km}{s}$$

$$\underline{\underline{c_{2_2} = 243873,16 \frac{km}{s}}}$$

$$c_{2_3} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot c_1$$

$$c_{2_3} = \frac{\sin(42^\circ)}{\sin(50^\circ)} \cdot 299792,46 \frac{km}{s}$$

$$\underline{\underline{c_{2_3} = 261865,11 \frac{km}{s}}}$$

$$c_{2_4} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot c_1$$

$$c_{2_4} = \frac{\sin(34^\circ)}{\sin(60^\circ)} \cdot 299792,46 \frac{km}{s}$$

$$\underline{\underline{c_{2_4} = 193576,09 \frac{km}{s}}}$$

$$c_{2_5} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot c_1$$

$$c_{2_5} = \frac{\sin(44^\circ)}{\sin(70^\circ)} \cdot 299792,46 \frac{km}{s}$$

$$\underline{\underline{c_{2_5} = 221618,58 \frac{km}{s}}}$$

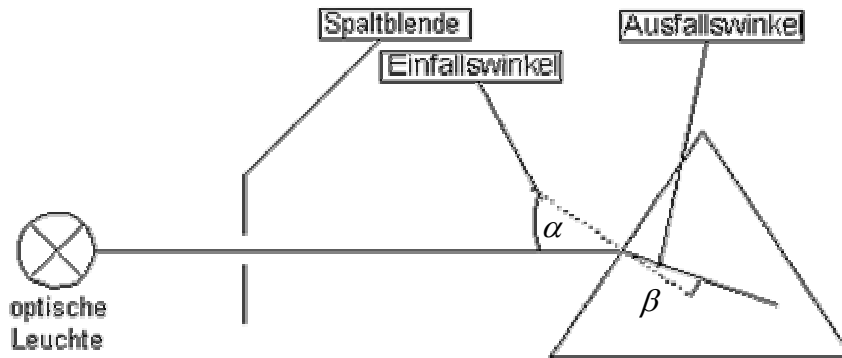
$$\underline{\underline{c_2 = \frac{c_{2_1} + c_{2_2} + c_{2_3} + c_{2_4} + c_{2_5}}{5}}}$$

$$\underline{\underline{c_2 = 217833,08 \frac{km}{s}}}$$

Vergleichswert für c_2 aus dem Tafelwerk: $197000 \frac{km}{s}$.

$$\Delta c_2 = 20833,08 \frac{km}{s}$$

Experimentieranordnung:



Geräte:

- Glasprisma
- Optische Leuchte mit Kondensator
- Spaltblende
- Stromversorgungsgerät
- Verbindungsleiter
- Millimeterpapier
- Lineal
- Winkelmesser

Deutung:

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht in einem Glasprisma beträgt $217833,08 \frac{km}{s}$. Dieser Wert weicht um ca. $20833,08 \frac{km}{s}$ vom Wert im Tafelwerk ab (siehe Fehlerbetrachtung).

Infolgedessen kann man feststellen, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Luft höher als in Glas ist, dies ist aufgrund des höheren Brechungsindex des Glasprismas zu begründen.

Fehlerbetrachtung:

Systematische Fehler:

- Ungenauigkeit der Messmittel (Abweichung je nach Genauigkeitsklasse)
- Fehler durch die vereinfachte Betrachtung mittels Modell „Lichtstrahl“
- Verunreinigtes Glasprisma \Rightarrow veränderter Brechungsindex des Glasprismas
- Lichtstrahl der Quelle ist nicht linear
- Brechungsindex für dieses spezielle Medium nicht vollkommen korrekt

Zufällige Fehler:

- Entstehung von Messfehlern durch subjektives Ablesen der Messgeräte
- Entstehung von Fehlern durch subjektives Ablesen auf dem Millimeterpapier
- Zu breites Lichtbündel