



Lichtgeschwindigkeit

Stand: 2018-11-12

Schulart	Realschule
Jahrgangsstufen	7 (I), 8 (II/III)
Fach/Fächer	Physik
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	Technische Bildung
Zeitraumen	Teil einer Unterrichtsstunde
Benötigtes Material	Laser Entfernungsmesser Messzylinder (1 ℓ, ca. 60 cm hoch)

Kompetenzen und Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler

- führen die Brechung des Lichts an Grenzflächen optisch verschieden dichter Medien auf die unterschiedliche Lichtgeschwindigkeit in diesen zurück und beschreiben damit auch unter Verwendung von Zeichnungen Alltagsphänomene, z. B. optische Hebung, Totalreflexion und Dispersion. (Kompetenzerwartung 7 (I))
- führen die Brechung des Lichts an Grenzflächen optisch verschieden dichter Medien auf die unterschiedliche Lichtgeschwindigkeit in diesen zurück und beschreiben damit auch unter Verwendung von Zeichnungen Alltagsphänomene, z. B. optische Hebung und Totalreflexion. (Kompetenzerwartung 8 (II/III))
- recherchieren problembezogen in unterschiedlichen Quellen über optische Geräte, deren geschichtliche Einordnung und aktuelle Bedeutung für den Alltag und geben diese unter Verwendung fachsprachlich korrekter Formulierungen wieder. (Kompetenzerwartung 7(I), 8 (II/III))

Aufgabe

Lichtgeschwindigkeit



Abbildung 1: Material



Abbildung 2: Messung

1. Bestimme mit Hilfe des Laser-Entfernungsmessers die Höhe im Innern des Messzylinders und notiere den Messwert.
2. Fülle den Messzylinder mit Wasser.
(Achte darauf, dass der Entfernungsmesser nicht nass wird!).
3. Wiederhole die Messung und notiere den Messwert.
4. Informiere dich über die prinzipielle Funktionsweise eines Laser-Entfernungsmessers. Erkläre und notiere stichpunktartig die unterschiedlichen Messergebnisse.
5. Berechne die Laufzeit des Lichts durch den mit Luft gefüllten Messzylinder.
($c_{Luft} = 300 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$).
6. Berechne die Laufzeit des Lichts in Luft für die in Aufgabe 3 vom Messgerät angezeigte Streckenlänge.
7. In Wirklichkeit legt das Licht unabhängig von der Füllung aber nur den Weg im Messzylinder (Aufgabe 1) zurück. Berechne mit Hilfe der Ergebnisse aus den Aufgaben 1 und 6 die Lichtgeschwindigkeit in Wasser.
Vergleiche dein Ergebnis mit der Lichtgeschwindigkeit in Luft.
8. Notiere den Tabellenwert für die Lichtgeschwindigkeit in Wasser und nenne mindestens zwei Messungenauigkeiten.

Beispiele für Produkte und Lösungen der Schülerinnen und Schüler

1. Bestimme mit Hilfe des Laser-Entfernungsmessers die Höhe im Innern des Messzylinders und notiere den Messwert.



2. Fülle den Messzylinder mit Wasser. (Achte darauf, dass der Entfernungsmesser nicht nass wird!).
3. Wiederhole die Messung und notiere den Messwert.



4. Informiere dich über die prinzipielle Funktionsweise eines Laser-Entfernungsmessers. Erkläre und notiere stichpunktartig die unterschiedlichen Messergebnisse.

Funktionsweise (Beispiele: Link vom 12.07.2018):

https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrooptische_Entfernungsmessung#Laufzeitmessung
und

https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtgeschwindigkeit#Lichtgeschwindigkeit_in_Materie

Der Laserstrahl ist im Wasser langsamer.

Der Entfernungsmesser berechnet aus der Laufzeit t die Entfernung s :

$$s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$$

Da für v aber die Lichtgeschwindigkeit in Luft verwendet wird, zeigt das Gerät einen zu großen Wert an.

5. Berechne die Laufzeit des Lichts durch den mit Luft gefüllten Messzylinder.

$$v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v} \quad t = \frac{0,532 \text{ m}}{300 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad t = 1,77 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,77 \text{ ns}$$

6. Berechne die Laufzeit des Lichts in Luft für die in Aufgabe 3 vom Messgerät angezeigte Streckenlänge.

$$t = \frac{s}{v} \quad t = \frac{0,668 \text{ m}}{300 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad t = 2,23 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 2,23 \text{ ns}$$

7. In Wirklichkeit legt das Licht unabhängig von der Füllung aber nur den Weg im Messzylinder (Aufgabe 1) zurück. Berechne mit Hilfe der Ergebnisse aus den Aufgaben 1 und 6 die Lichtgeschwindigkeit in Wasser.

Vergleiche dein Ergebnis mit der Lichtgeschwindigkeit in Luft.

$$v_{\text{Wasser}} = \frac{s}{t} \quad v_{\text{Wasser}} = \frac{0,532 \text{ m}}{2,23 \cdot 10^{-9} \text{ s}}, \quad v_{\text{Wasser}} = 0,239 \cdot 10^9 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 239 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

In Wasser ist die Ausbreitung des Lichts mit 239 Tausend Kilometer pro Sekunde ungefähr 20% langsamer als in Luft (300 Tausend Kilometer pro Sekunde).

8. Notiere den Tabellenwert für die Lichtgeschwindigkeit in Wasser und nenne mind. zwei Messungenauigkeiten.

Tabellenwert: $v_{\text{wasser}} = 225 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

Messungenauigkeiten:

9. Messgenauigkeit des Laser Entfernungsmessers
10. Ungenauigkeit der Längenmessung, da nicht exakt von der Wasseroberfläche aus gemessen werden kann.

Möglicher Messfehler:

Der richtige 0-Punkt der Messung des Laser Entfernungsmessers ist zu beachten. Dieser ist je nach Kalibrierung in der Regel an der Vorder- oder Hinterkante des Messgerätes.

Hinweise zum Unterricht

- Bitte beachten Sie das Risiko durch den bei der Messung verwendeten Laserstrahl des Messgerätes. Eine entsprechende Gefährdungsbeurteilung ist als Anregung in den Materialien zum Versuch zu finden.
- Messbereich und Genauigkeit des Laser Entfernungsmessers prüfen!

Anregung zum weiteren Lernen

- Vergleich der Ergebnisse mit Lichtgeschwindigkeiten in anderen optischen Medien (z. B. Glasfaser).
- Ausblick: Bedeutung der Vakuumlichtgeschwindigkeit als schnellstmögliche Signalausbreitung...
- Mit Hilfe eines Ultraschall-Entfernungsmessers lässt sich in einem weiteren Versuch die Schallgeschwindigkeit in Luft ermitteln.



Quellen und Literaturangaben

Bilder: ISB – 2018

© ISB - 2018