

Aufgaben 1 **Wesen des Lichts** **Lichtgeschwindigkeit, Strahlenmodell, Wellenmodell**

Lernziele

- wissen und verstehen, dass sich Licht mit einer endlichen Geschwindigkeit ausbreitet.
- die historischen Methoden von Galilei, Römer und Fizeau zur Messung der Lichtgeschwindigkeit kennen und verstehen.
- die vier Axiome der geometrischen Optik kennen.
- den Zusammenhang zwischen Wellenlänge, Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle anwenden können.
- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse und Fähigkeiten erarbeiten können.

Aufgaben

- 1.1 Von der Erde aus gesehen bewegt sich die Sonne auf einer Kreisbahn einmal im Tag um die Erde herum. In der Zeitspanne Δt , die das Licht auf seinem Weg von der Sonne zur Erde benötigt, überstreicht die Sonne auf ihrer Kreisbahn den Winkel $\Delta\varphi$ bzw. legt das Bogenstück der Länge Δs zurück.
- Bestimmen Sie Δt .
 - Bestimmen Sie $\Delta\varphi$.
 - Bestimmen Sie Δs .
 - Wieviele Sonnendurchmesser entsprechen der Strecke Δs ? Um wieviele Sonnendurchmesser wandert also die Sonne in der Zeitspanne Δt ?

Hinweise:

- Erstellen Sie eine Skizze von Erde, Sonne und Kreisbahn.
- Schlagen Sie die notwendigen astronomischen Daten selber nach, z.B. im Internet.

- 1.2 Studieren Sie im Lehrbuch Tipler/Mosca den folgenden Abschnitt:
- 28.1 Die Lichtgeschwindigkeit (Seiten 1008 bis 1011)
- 1.3 Bearbeiten Sie im Arbeitsbuch Mills zu Tipler/Mosca die folgenden Aufgaben:
A28.5, A28.8
- 1.4 Im Kurs „Optik 1“ beschäftigen wir uns vor allem mit dem Strahlenmodell des Lichts. Man spricht dann von der „Strahlenoptik“ oder der „Geometrischen Optik“.
- Es gibt in der geometrischen Optik vier Grundannahmen oder Grundgesetze, sogenannte Axiome.
Wie lauten die vier Axiome? Recherchieren Sie verschiedene Quellen im Internet.
- 1.5 Eine Schallwelle bewegt sich in Luft mit einer Geschwindigkeit von 340 m/s. In der Musik gibt es den sogenannten Kammerton a^4 . Er entspricht einer Schallwelle der Frequenz 440 Hz.
- Bestimmen Sie die Wellenlänge dieser Schallwelle.
- 1.6 Sichtbares Licht entspricht elektromagnetischen Wellen im Wellenlängenbereich zwischen etwa 400 nm und 700 nm.
- Welchem Frequenzintervall entspricht dieser Wellenlängenbereich?

1.7 Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind.
Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an.

- | | wahr | falsch |
|--|--------------------------|--------------------------|
| a) Die Lichtgeschwindigkeit ist eine definierte Konstante. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Licht breitet sich im Vakuum mit einer Geschwindigkeit von etwa $300 \cdot 10^3$ km/s aus. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Die Methode von Römer zur Messung der Lichtgeschwindigkeit beruht darauf, dass sich die Umlaufzeit des Jupitermondes Io während eines Jahres verändert. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Unter der Annahme, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit unabhängig von der Frequenz ist, sind bei einer Welle die Wellenlänge und die Frequenz umgekehrt proportional zueinander. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e) Eine elektromagnetische Welle der Wellenlänge $500 \mu\text{m}$ kann vom menschlichen Auge als sichtbares Licht wahrgenommen werden. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Lösungen

1.1 a) $\Delta t = \frac{r}{c} = \frac{1.496 \cdot 10^{11} \text{ m}}{299792458 \text{ m/s}} = 499.0 \text{ s} = 8 \text{ min } 19.0 \text{ s}$

b) $\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{\Delta t_d} 2\pi = \frac{499.0 \text{ s}}{24 \cdot 3600 \text{ s}} 2\pi = 3.629 \cdot 10^{-2} = 2.079^\circ$

c) $\Delta s = r \cdot \Delta\varphi = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ m} \cdot 3.629 \cdot 10^{-2} = 5.429 \cdot 10^9 \text{ m}$

d) $N = \frac{\Delta s}{d_s} = \frac{5.429 \cdot 10^9 \text{ m}}{2 \cdot 6.96 \cdot 10^8 \text{ m}} = 3.90$

1.2 ...

1.3 ...

1.4 ...

1.5 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m/s}}{440 \text{ Hz}} = 77.3 \text{ cm}$

1.6 $f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{299792458 \text{ m/s}}{400 \text{ nm}} = 7.5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{299792458 \text{ m/s}}{700 \text{ nm}} = 4.3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

- 1.7 a) wahr
b) wahr
c) falsch
d) wahr
e) falsch