

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^1 . 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 300'000 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 μm 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 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m/s}}{440 \text{ Hz}} = 77.2 \text{ cm}$

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