

Aufgaben 24 Wellen Interferenz, Beugung, Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung

Lernziele

- sich aus dem Studium eines schriftlichen Dokumentes neue Kenntnisse erarbeiten können.
- die Interferenz zweier schräg zueinander laufender gleicher Sinuswellen verstehen.
- wissen, wie die Energie im Überkreuzungsbereich zweier Sinuswellen fließt.
- aus dem Interferenzbild zweier gleicher Sinuswellen die Wellenlänge bestimmen können.
- wissen und verstehen, was Beugung ist.
- den Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Beugung und der Wellenlänge kennen.
- wissen, dass Erscheinungen mit Wellencharakter auch Teilchencharakter besitzen und umgekehrt.
- das Huygens'sche Prinzip verstehen und in einfacheren Beispielen anwenden können.
- das Reflexionsgesetz kennen.
- die Herleitung des Reflexionsgesetzes mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips verstehen.
- das Reflexionsgesetz in konkreten Problemstellungen anwenden können.
- das Brechungsgesetz kennen.
- die Herleitung des Brechungsgesetzes mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips verstehen.
- das Brechungsgesetz in konkreten Problemstellungen anwenden können.

Aufgaben

- 24.1 Studieren Sie im Buch KPK 3 die folgenden Abschnitte:
- 4.13 Die Interferenz von Wellen (Seiten 54 bis 57)
 - 4.14 Die Beugung von Wellen (Seiten 57 und 58)
 - 4.15 Die Elementarportionen von Schallwellen, ... (Seiten 58 und 59)
- 24.2 Eine auf einer Wasseroberfläche laufende Welle trifft auf ein Hindernis und wird gebeugt. Zeichnen Sie mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips die Wellenfronten der Welle hinter dem Hindernis:
- Eine gerade Welle läuft auf eine enge Öffnung zu (Abb. 1).
 - Eine gerade Welle läuft auf ein Gitter mit vielen engen Öffnungen zu (Abb. 2).
 - Eine Kreiswelle läuft auf ein Gitter mit vielen engen Öffnungen zu (Abb. 2).

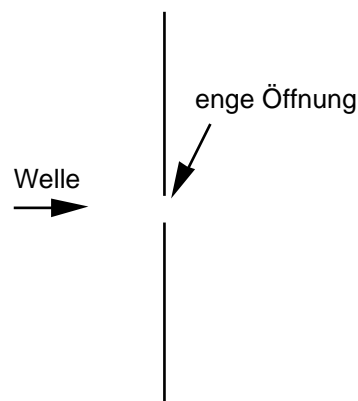


Abb. 1: zu a)

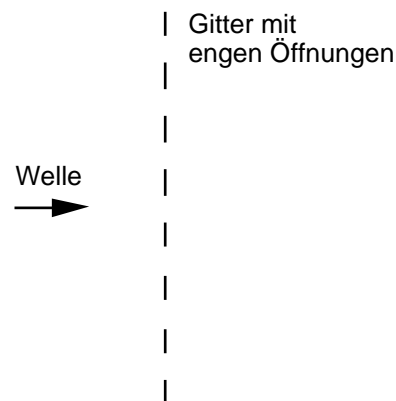


Abb. 2: zu b) und c)

- 24.3 Eine Kreiswelle geht von einem Erregerzentrum Z aus, stösst auf ein gerades Hindernis und wird reflektiert.
- Zeichnen Sie die Wellenfronten der von Z ausgehenden Kreiswelle.
 - Zeichnen Sie mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips die Wellenfronten der reflektierten Welle.
 - Zeigen Sie, dass das Zentrum Z' der reflektierten Wellenfronten das Spiegelbild von Z an der durch das Hindernis gebildeten Reflexionsgeraden ist.
- 24.4 In einem Experiment mit der Wellenwanne können die Reflexion und die Brechung von geraden Wasserwellen beobachtet werden.
- Beurteilen Sie sowohl für die Reflexion als auch für die Brechung, ob ...
- ... der Ausfallswinkel gleich oder ungleich dem Einfallswinkel ist.
 - ... die Frequenz der Welle gleich bleibt oder sich verändert.
 - ... die Wellenlänge gleich bleibt oder sich verändert.
- 24.5 Studieren Sie das Java-Applet "Interferenz zweier Kreiswellen". Sie finden es unter <http://www.thomasborer.ch> Physik Dokumente/Links
- Die wandernden schwarzen Kreise symbolisieren die von den beiden Erregerzentren ausgehenden Wellenberge, die grauen Kreise die Wellentäler.
- Beschreiben Sie die Orte, welche durch die **roten** Linien gekennzeichnet sind.
 - Beschreiben Sie die Orte, welche durch die **blauen** Linien gekennzeichnet sind.
 - Bestimmen Sie, wie die Anzahl der zwischen den beiden Erregerzentren liegenden roten Linien vom Abstand d der beiden Erregerzentren und von der Wellenlänge abhängt.
- 24.6 Studieren Sie das Java-Applet "Reflexion und Brechung von Wellen (Prinzip von Huygens)", in welchem das Reflexions- und das Brechungsgesetz veranschaulicht und mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips erklärt wird.
- Sie finden das Applet unter <http://www.thomasborer.ch> Physik Dokumente/Links
- Führen Sie jeden Schritt aus, und studieren Sie jeweils den dazugehörigen Text im Fenster unten rechts.
- 24.7 Studieren Sie aus dem Buch Metzler (kopiertes Blatt) vom Abschnitt "3.4.3 Reflexion und Brechung ebener Wellen" die folgenden beiden Teile:
- ab: Seite 135: "Versuch 1 - Reflexionsgesetz: Man lässt gerade Wellen ..."
bis: Seite 135: "... gleich dem Ausfallswinkel ist: $\theta = \theta'$."
 - ab: Seite 135: "Versuch 2 - Brechungsgesetz: Gerade Wellen laufen ..."
bis: Seite 136: "... Richtungen. Dabei gilt: $\frac{\sin(\theta)}{\sin(\theta')} = \frac{v_{Ph1}}{v_{Ph2}} = \text{konstant.}$ "
- 24.8 Metzler: Aufgabe 1 auf der Seite 136 (kopiertes Blatt)
- 24.9 Eine Person steht hinter einem Baum mit einem grossen Stammdurchmesser und ruft. Man stellt fest, dass man die Person zwar **hört**, jedoch **nicht sieht**.
- Erklären Sie diesen Gegensatz mit Hilfe des Phänomens Beugung.

Lösungen

- 24.1 ...
Lösungen zu den Aufgaben siehe kodierte Blätter
- 24.2 a) ... b) ... c) ...
- 24.3 a) ... b) ... c) ...
- 24.4 Reflexion
- Ausfallswinkel = Einfallswinkel
- Frequenz bleibt gleich
- Wellenlänge bleibt gleich
- Brechung
- Ausfallswinkel > Einfallswinkel
- Frequenz bleibt gleich
- Wellenlänge verändert sich
- 24.5 a) Orte
- mit einem Gangunterschied $s = n \cdot \lambda$ ($n \in \mathbb{Z}$)
- konstruktiver Interferenz
- wo sich die Wellenberge bzw. die Wellentäler der beiden Kreiswellen gleichzeitig treffen
- b) Orte
- mit einem Gangunterschied $s = \lambda/2 + n \cdot \lambda$ ($n \in \mathbb{Z}$)
- destruktiver Interferenz
- wo sich jeweils ein Wellenberg der einen Kreiswelle mit einem Wellental der anderen Kreiswelle trifft
- c) d 1 rote Linie
 $< d/2$ 3 rote Linien
 $2 \cdot \lambda < d < 3 \cdot \lambda$ 5 rote Linien
 etc.
- 24.6 ...
- 24.7 ...
- 24.8 (Metzler: 136/1)
- a) Brechungsgesetz
$$\frac{v_{\text{flach}}}{v_{\text{tief}}} = \frac{\sin(\theta_2)}{\sin(\theta_1)} = \frac{\sin(45^\circ)}{\sin(60^\circ)} = 0.816$$
- b) $v_{\text{flach}} = 20.4 \text{ cm/s}$
- 24.9 Schall $\lambda \approx 1 \text{ m} \approx d_{\text{Baum}}$
Beugung ausgeprägt
- Licht $\lambda = 500 \text{ nm} \ll d_{\text{Baum}}$
keine Beugung