

Übung 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

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)
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:
 - a) Eine gerade Welle läuft auf eine enge Öffnung zu (Abb. 1).
 - b) Eine gerade Welle läuft auf ein Gitter mit vielen engen Öffnungen zu (Abb. 2).
 - c) Eine Kreiswelle läuft auf ein Gitter mit vielen engen Öffnungen zu (Abb. 2).

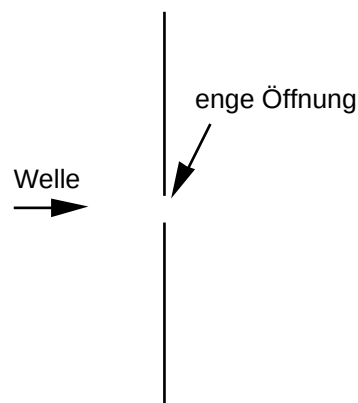


Abb. 1: zu a)

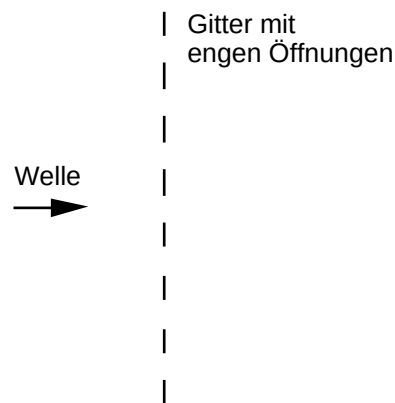


Abb. 2: zu b) und c)

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.
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.
5. Studieren Sie das Java-Applet "Interferenz zweier Kreiswellen". Sie finden es unter [http://telecom.tlab.ch/~borer/Æ Physik/Æ Unterlagen \(...\)](http://telecom.tlab.ch/~borer/Æ Physik/Æ Unterlagen (...))
- 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 λ abhängt.
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://telecom.tlab.ch/~borer/Æ Physik/Æ Unterlagen \(...\)](http://telecom.tlab.ch/~borer/Æ Physik/Æ Unterlagen (...))
- Führen Sie jeden Schritt aus, und studieren Sie jeweils den dazugehörigen Text im Fenster unten rechts.
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 b ist: $a = b$."
 - ab: Seite 135: "Versuch 2 - Brechungsgesetz: Gerade Wellen laufen ..."
bis: Seite 136: "... Richtungen. Dabei gilt: $\frac{\sin(a)}{\sin(b)} = \frac{v_{Ph1}}{v_{Ph2}} = \text{konstant.}$ "
8. Metzler: Aufgabe 1 auf der Seite 136 (kopiertes Blatt)
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

1. ...
Lösungen zu den Aufgaben siehe kodierte Blätter
2. a) ... b) ... c) ...
3. a) ... b) ... c) ...
4. Reflexion
- Ausfallswinkel = Einfallswinkel
- Frequenz bleibt gleich
- Wellenlänge bleibt gleich

Brechung
- Ausfallswinkel $\neq$ Einfallswinkel
- Frequenz bleibt gleich
- Wellenlänge verändert sich
5. a) Orte
- mit einem Gangunterschied $\Delta s = n \cdot l$ ($n \in \mathbb{Z}$)
- konstruktiver Interferenz
- wo sich die Wellenberge bzw. die Wellentäler der beiden Kreiswellen gleichzeitig treffen

b) Orte
- mit einem Gangunterschied $\Delta s = l/2 + n \cdot l$ ($n \in \mathbb{Z}$)
- destruktiver Interferenz
- wo sich jeweils ein Wellenberg der einen Kreiswelle mit einem Wellental der anderen Kreiswelle trifft

c)

$d \leq l$	fi	1 rote Linie
$l < d \leq 2l$	fi	3 rote Linien
$2l < d \leq 3l$	fi	5 rote Linien
etc.		
6. ...
7. ...
8. (Metzler: 136/1)
a) Brechungsgesetz
$$\frac{v_{\text{flach}}}{v_{\text{tief}}} = \frac{\sin(a)}{\sin(b)} = \frac{\sin(45^\circ)}{\sin(60^\circ)} = 0.816$$

b) $v_{\text{flach}} = 20.4 \text{ cm/s}$
9. $l_{\text{Schall}} \approx 1 \text{ m} \approx d_{\text{Baum}}$
fi Beugung ausgeprägt

 $l_{\text{Licht}} \approx 500 \text{ nm} \ll d_{\text{Baum}}$
fi keine Beugung