

## Übung 9                      **Wellen** **Reflexion und Brechung ebener Wellen**

### Lernziele

- das Reflexionsgesetz kennen.
- das Reflexionsgesetz mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips herleiten können.
- das Reflexionsgesetz in konkreten Problemstellungen anwenden können.
- das Brechungsgesetz kennen.
- das Brechungsgesetz mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips herleiten können.
- das Brechungsgesetz in konkreten Problemstellungen anwenden können.

### Aufgaben

1. Studieren Sie vom Abschnitt *3.4.3 Reflexion und Brechung ebener Wellen* aus dem Buch *Metzler-Physik* (kopierte Blätter) den folgenden Teil:  
Von: Seite 135: "Versuch 1 - Reflexionsgesetz: Man lässt gerade Wellen ..."  
Bis: Seite 135: "... gleich dem Ausfallswinkel ist:  $\theta_i = \theta_r$ ."  
Bem.: Mit  $v_{ph}$ , der sogenannten Phasengeschwindigkeit, ist die im Unterricht mit  $c$  bezeichnete Ausbreitungsgeschwindigkeit gemeint.
2. Studieren Sie vom Abschnitt *3.4.3 Reflexion und Brechung ebener Wellen* aus dem Buch *Metzler-Physik* (kopierte Blätter) den folgenden Teil:  
Von: Seite 135: "Versuch 2 - Brechungsgesetz: Gerade Wellen laufen ..."  
Bis: Seite 136: "... Richtungen. Dabei gilt:  $\frac{\sin(\theta_i)}{\sin(\theta_r)} = \frac{v_{ph1}}{v_{ph2}} = \text{konstant.}$ "  
Bem.: Mit  $v_{ph}$ , der sogenannten Phasengeschwindigkeit, ist die im Unterricht mit  $c$  bezeichnete Ausbreitungsgeschwindigkeit gemeint.
3. Studieren Sie die Internet-Quelle "Reflexion und Brechung von Wellen (Huygens'sches Prinzip)", in welcher das Reflexions- und das Brechungsgesetz veranschaulicht und mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips erklärt wird:  
<http://www.tel.fh-htwchur.ch/~borer>    Physik    Unterlagen (...)  
Bem.: Der im Java-Applet erwähnte Brechungsindex ist ein Mass für die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle im betrachteten Medium.  
Je grösser der Brechungsindex ist desto kleiner ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit.
4. In einer Wellenwanne läuft eine Welle von einem seichten Bereich in ein Gebiet mit tieferem Wasser unter dem Einfallswinkel von  $45^\circ$  und dem Brechungswinkel von  $60^\circ$ .
  - a) Bestimmen Sie das Verhältnis der Geschwindigkeiten in beiden Teilen der Wellenwanne.
  - b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit im flachen Teil, wenn sie im tiefen 25 cm/s ist.

*Vorbemerkungen zu den Aufgaben 5 bis 7*

Ein Lichtstrahl wird beim Auftreffen auf eine Grenzfläche zwischen zwei verschiedenen Medien gebrochen. Dabei gilt das Brechungsgesetz für ebene Wellen. Ein **Lichtstrahl** verhält sich also wie eine **ebene Welle**.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  von sichtbarem Licht beträgt:

in Luft (20 °C):  $c_{\text{Luft}} = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

in Wasser (20 °C):  $c_{\text{Wasser}} = 2.25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

5. Ein Lichtstrahl trifft unter dem Einfallswinkel  $30^\circ$  zum Lot auf eine Grenzfläche Luft-Wasser. Unter welchem Ausfallswinkel läuft der Lichtstrahl im Wasser weiter?
6. Ein Fischer fängt von einem Boot aus mit einem Speer Fische. Er sieht einen Fisch durch die Wasseroberfläche hindurch. Wirft er den Speer in diejenige Richtung, aus welcher er den Fisch sieht, so trifft er den Fisch nicht. Erklären Sie anhand einer Skizze,
  - a) warum er den Fisch nicht trifft.
  - b) in welche Richtung er den Speer abwerfen müsste, um den Fisch zu treffen.
7. Ein Lichtstrahl trifft auf eine Grenzfläche Wasser-Luft.
  - a) Erklären Sie mit Hilfe des Brechungsgesetzes, warum der Lichtstrahl bei einem zu grossen Einfallswinkel nicht in die Luft hinausgebrochen werden kann.
  - b) Bestimmen Sie den maximalen Einfallswinkel, bei welchem gerade noch eine Brechung in die Luft hinaus möglich ist.

## Lösungen

1. ...
2. ...
3. ...
4. a) Brechungsgesetz  
$$\frac{c_{\text{flach}}}{c_{\text{tief}}} = \frac{\sin(\quad)}{\sin(\quad)} = \frac{\sin(45^\circ)}{\sin(60^\circ)} = 0.816$$
b)  $c_{\text{flach}} = 20.4 \text{ cm/s}$
5. Brechungsgesetz  
$$\frac{\sin(\quad)}{\sin(\quad)} = \frac{c_{\text{Luft}}}{c_{\text{Wasser}}}$$
Ausfallswinkel =  $22^\circ$
6. a) ...  
b) ...
7. a) ...  
b) =  $48.6^\circ$