

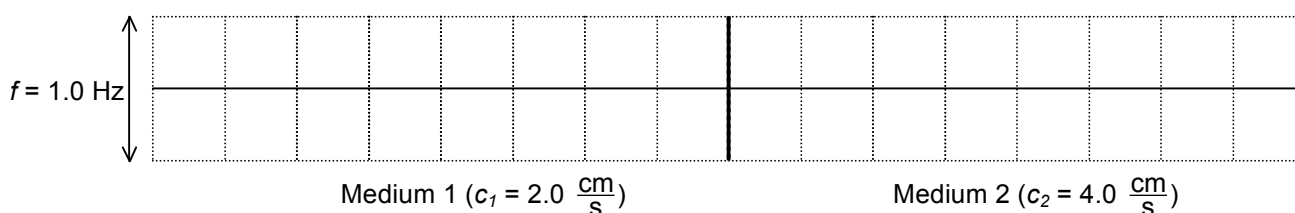
Wellen an Grenzflächen von Medien

Einführung

Eine eindimensionale Welle geht von einem langsamen Medium in ein schnelleres Medium über. Dabei ändert sich die Wellenlänge, aber nicht die Frequenz.

Beispiel:

Am linken Ende von Medium 1 schwingt ein Erreger mit der Frequenz $f = 1.0$ Hz und der Amplitude $\hat{y} = 1.0$ cm. Nach rechts breitet sich eine harmonische Welle aus, zuerst durch Medium 1, dann durch Medium 2.



Aufgaben:

- Berechnen Sie λ_1 und λ_2 .
- Zeichnen Sie eine Momentaufnahme der Wellen in beiden Medien.
- Berechnen Sie die Zeit, die ein Wellenberg braucht, um vom linken Ende zum rechten zu gelangen.

Brechung

Beim Übergang von einem Medium in ein anderes ändern Wellen ihre Geschwindigkeit. Dadurch ändert sich auch ihre Richtung. Diesen Vorgang nennt man Brechung.

Beispiel:

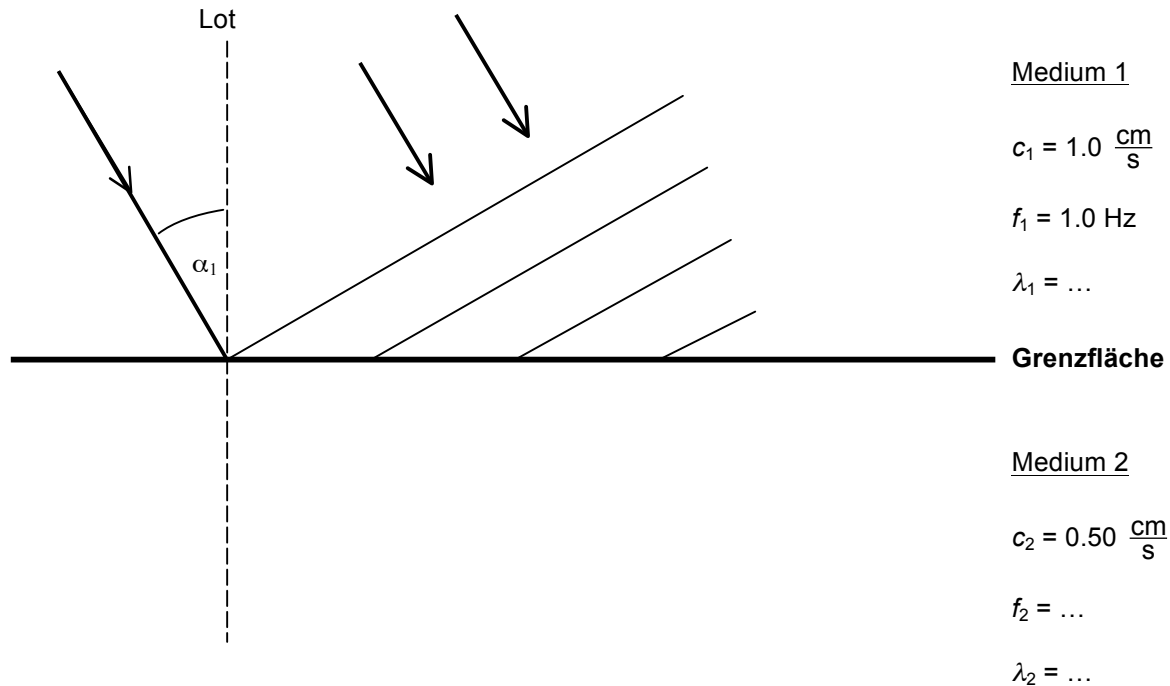
(Siehe Rückseite) Eine zweidimensionale ebene Welle ($f = 1.0$ Hz) geht von einem schnelleren Medium ($c_1 = 1.0 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$) in ein langsames Medium ($c_2 = 0.50 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$) über.

Aufgaben:

- Berechnen Sie λ_1 und λ_2 .
- Zeichnen Sie die Elementarwellen, die an der Grenzfläche erzeugt werden, zu drei verschiedenen Zeitpunkten ($t_1 = 1.0$ s: rot; $t_2 = 2.0$ s: blau, $t_3 = 3.0$ s: grün).
- Konstruieren Sie die rote, blaue und die grüne Einhüllende (neue Wellenfronten).
- Zeichnen Sie die Wellenstrahlen der neuen Welle.
- Messen Sie den Einfallswinkel α_1 (Winkel zwischen Lot und Wellenstrahl).
- Messen Sie den Brechungswinkel α_2 (Winkel zwischen Lot und Wellenstrahl).
- Was stellen Sie fest? In welchem Medium ist der Winkel kleiner: Im langsamen oder im schnellen?
- Überprüfen Sie das Brechungsgesetz anhand Ihrer Zeichnung.

Brechungsgesetz:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2}$$



Totalreflexion

Unter gewissen Bedingungen kommt es vor, dass Wellen ein Medium nicht verlassen können. Dann wird die Welle an der Grenzfläche vollständig zurückgeworfen (total reflektiert).

Dies ist der Fall, wenn eine Welle vom *langsameren* Medium her flach (d.h. unter einem *grossen Winkel* α_{langsam}) auf die Grenze zu einem schnelleren Medium trifft.

Aufgabe:

Berechnen Sie den kleinsten Winkel α_{langsam} , bei dem Totalreflexion auftritt. Diesen Winkel nennt man *Grenzwinkel für Totalreflexion*.

Tipps:

- ☞ Der Winkel α_{schnell} ist immer grösser als α_{langsam} . α_{schnell} kann aber höchstens 90° sein! (Dann würde sich die Welle nämlich entlang der Grenzfläche ausbreiten).
- ☞ Berechnen Sie $\sin(\alpha_{\text{schnell}})$ für $\alpha_{\text{schnell}} = 90^\circ$.
- ☞ Setzen Sie diese Zahl ins Brechungsgesetz ein und lösen Sie nach α_{langsam} auf.

$\alpha_{\text{langsam}}(\text{Grenz}) =$