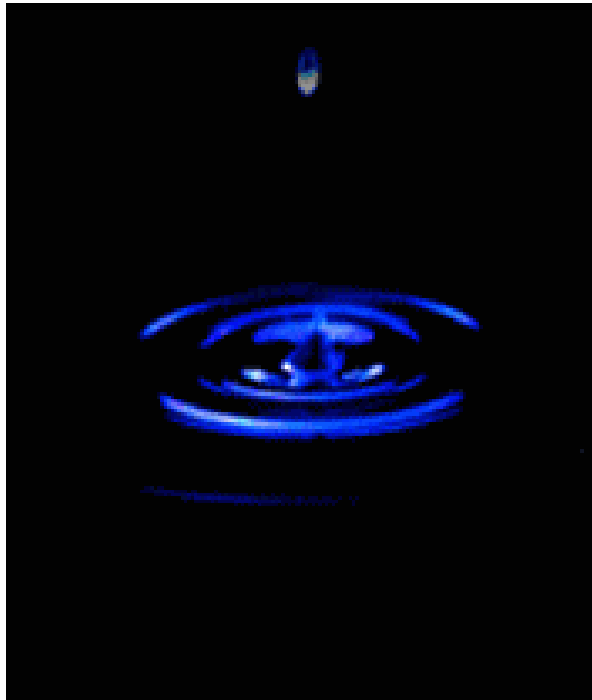


Schwingungen erzeugen Wellen



Tägliche Übung

Amplitude und Frequenz

A1 Ergänze den Lückentext zur Amplitude und zur Frequenz.

Ein Körper erzeugt Schall, indem er *s c h w i n g t*. Je schneller er sich hin und her bewegt, desto

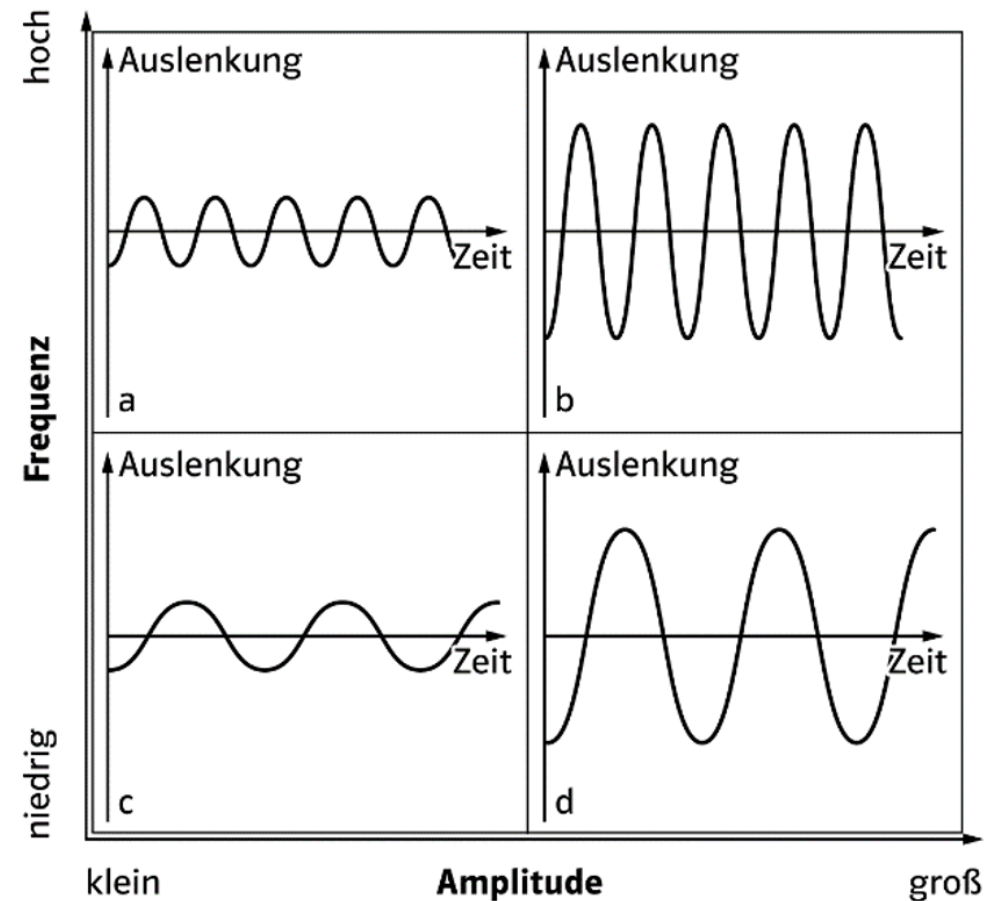
h ö h e r ist der erzeugte Ton und desto größer ist seine *F r e q u e n z*. Je größer bei der

Schwingung die maximale Auslenkung des Körpers ist, desto *l a u t e r* ist der Ton. Er hat eine große

A m p l i t u d e.

Tägliche Übung

A2 Vom Bildschirm eines Oszilloskops werden vier Screenshots gemacht. Jeder Screenshot zeigt einen anderen Ton. Die vier Töne unterscheiden sich in Tonhöhe und Lautstärke. Ordne die Screenshots in das Koordinatensystem ein, indem du die Buchstaben an der richtigen Stelle einträgst.



A3 Die Frequenz gibt an, wieviele Schwingungen beispielsweise eine Stimmgabel in einer Sekunde durchföhrt. 440 Hz bedeutet z. B., dass diese Stimmgabel in einer Sekunde 440 Schwingungen durchföhrt:
 $f = 440 / 1 \text{ s} = 440 \text{ Hz}$.
Ein Lineal wird angezupft und hat 4 500 Schwingungen in 30 Sekunden. Berechne die Frequenz.

Frequenz = Schwingungen / Zeit (in Sekunden)

$$f = 4\,500 / 30 \text{ s} = 150 \text{ Hz}$$

Die Frequenz betragt 150 Hz.

Video: 4_erzwungene_schwingung_resonanzkatastrophe 5 min

Tacoma-Bridge

https://www.youtube.com/watch?v=xcjv_vQJO7U

Tägliche Übung

A4 Wieso kann eine Hängebrücke durch Springen oder Marschieren zum Einsturz gebracht werden?



Eine Hängebrücke besitzt aufgrund ihrer Bauweise eine geringe Eigenfrequenz. Springen und Marschieren führen der Brücke Energie zu. Wenn die Frequenz dieser Bewegungen an die Eigenfrequenz der Brücke annähert, wird die Energieübertragung verstärkt, die Amplitude ihrer Schwingung nimmt zu. Die Brückenkonstruktion wird immer mehr belastet, Beschädigungen bis hin zur Zerstörung der Brücke werden möglich.

Mechanische Wellen

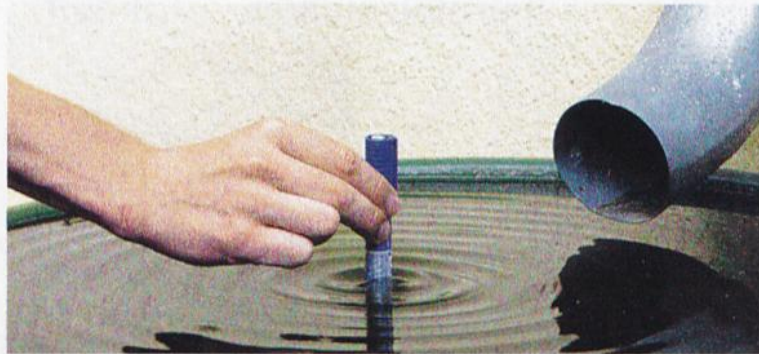


Mächtige Wellen an der Wasseroberfläche am Meeresstrand sind ein faszinierendes Naturschauspiel. Wer im Meer badet, wird regelmäßig auf und ab bewegt, auch Boote und Bojen tanzen auf dem Wasser. Auf hoher See aber können die Wellen ernste Gefahren für die Schifffahrt darstellen. So wurden Wellenberge mit einer Höhe von über 20 m beobachtet, die selbst große Schiffe in Seenot bringen. Wellen spielen aber auch bei der Schallausbreitung eine große Rolle.

Was versteht man unter einer mechanischen Welle?



Kreisförmige Ausbreitung einer kurzen Welle nach einmaligem Eintauchen eines Stabs in das Wasser



Kreisförmige Ausbreitung einer Welle nach periodischem Eintauchen eines Stabs in das Wasser



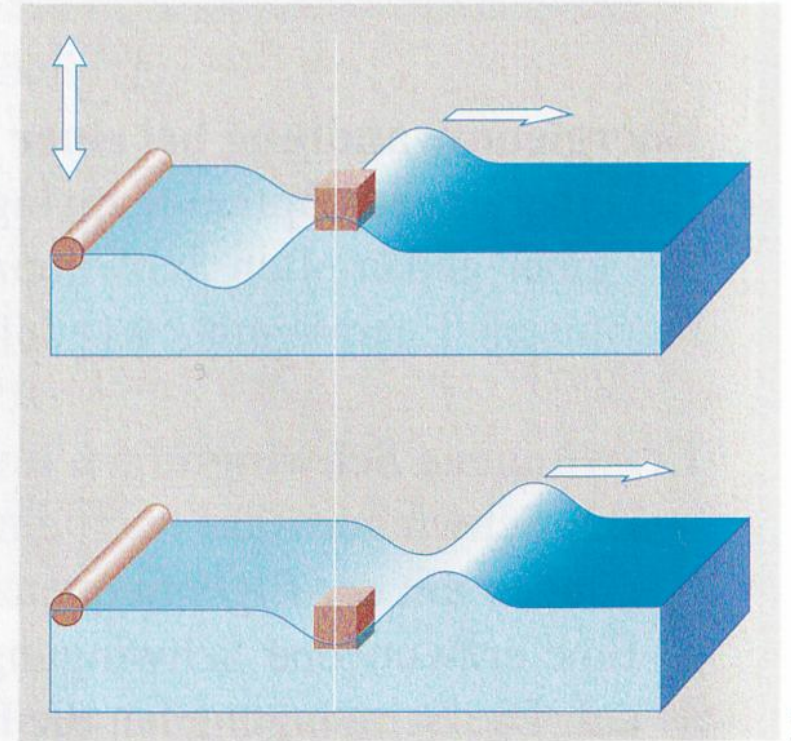
Geradlinige Ausbreitung einer Welle nach periodischem Eintauchen eines Bretts in das Wasser

An einer zunächst glatten Wasseroberfläche lässt sich gut beobachten, wie Wasserwellen entstehen. Wirft man einen Stein ins Wasser, so breitet sich ein kurzer Wellenzug mit wenigen Wellentälern und Wellenbergen kreisförmig aus. Ähnlich ist es, wenn ein Stab einmal eingetaucht und wieder herausgezogen wird (Bild 2).

Taucht man den Stab jedoch periodisch ein, so geht von der Eintauchstelle eine Kreiswelle mit vielen Wellentälern und Wellenbergen aus (Bild 3).

Eine Wasserwelle lässt sich auch mit einem waagerecht eintauchenden Brett erregen. In einem solchen Fall beobachtet man geradlinige Wellenfronten (Bild 4).

Wenn man sieht, wie sich eine Wasserwelle ausbreitet, könnte man vermuten, dass sich das Wasser mit der Welle fortbewegt. Ein kleines Stück Holz, das auf dem Wasser schwimmt, bewegt sich jedoch nicht vorwärts, sondern es schwingt lediglich an einem bestimmten Ort auf und ab (Bild 5).



Das Holzstück wird durch die Bewegung der Wellenberge und Wellentäler nicht vorwärtsbewegt.

Die Bewegung des Holzstückchens auf der Wasseroberfläche entspricht ungefähr der Bewegung der Wasserteilchen. Auch sie werden bei der Ausbreitung der Welle nicht vorwärtsbewegt; eine Welle transportiert keinen Stoff.

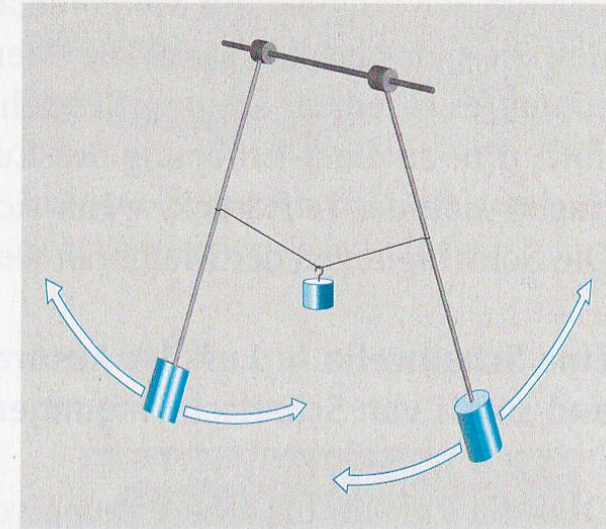
Durch Wellen wird aber Energie übertragen: Brandungswellen und Flutwellen können an Uferbauten große Schäden anrichten, und in Wellenkraftwerken werden durch die mechanische Energie des Wassers Generatoren angetrieben.

► Eine mechanische Welle ist die Ausbreitung einer Schwingung, bei der Energie übertragen, jedoch kein Stoff transportiert wird.

Entstehung einer Welle. Stößt man bei einer Anordnung aus zwei gekoppelten Fadenpendeln das eine Pendel an, so gerät auch das andere Pendel in eine Schwingung (Bild 1). Seine Amplitude nimmt mit der Zeit zu, während die Amplitude des Erregerpendels abnimmt. Von dem einen Pendel wird Energie auf das andere übertragen. Danach wiederholt sich der Vorgang in umgekehrter Richtung.

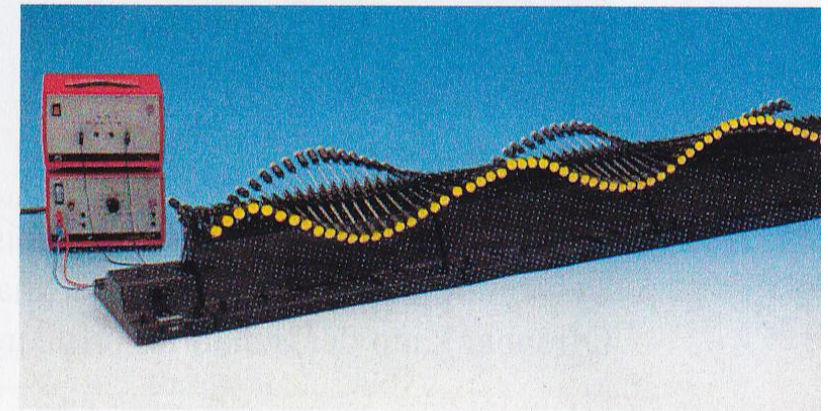
Die Anordnung lässt sich zu einer Kette gekoppelter Pendel erweitern. Dann wird die Energie von einem Schwinger zum nächsten weitergegeben. In einer Wellenmaschine ist eine große Anzahl von Pendeln gekoppelt (Bild 2). An ihnen kann man die Ausbreitung von Schwingungen beobachten. Sobald das erste Pendel angestoßen wird, führt es eine Schwingung aus. Durch die Kopplung wird die Schwingung von einem Pendel zum jeweils nächsten übertragen. Die Pendel beginnen nacheinander zu schwingen, es entsteht eine mechanische Welle.

Beschreibung von Wellen. Eine Wasserwelle lässt sich in einem Wellenkanal erzeugen. Bild 3 zeigt die Momentaufnahme einer Welle. Bei einer Wasserwelle führen die Teilchen an der Wasseroberfläche Kreisbewegungen aus. Dadurch treten spitze Wellenberge und flache Wellentäler auf. Dieses Foto kann in ein $y(s)$ -Diagramm übertragen werden (Bild 4). Ein Wellenberg (und ebenso ein Wellental) ist dadurch charakterisiert, dass sich der betreffende Schwinger gerade in seiner maximalen Auslenkung befindet. Den Abstand von zwei benachbarten Wellenbergen nennt man Wellenlänge. Das Formelzeichen der Wellenlänge ist λ (Lambda).



1

Durch die Kopplung wird Energie von einem Pendel auf das andere übertragen.

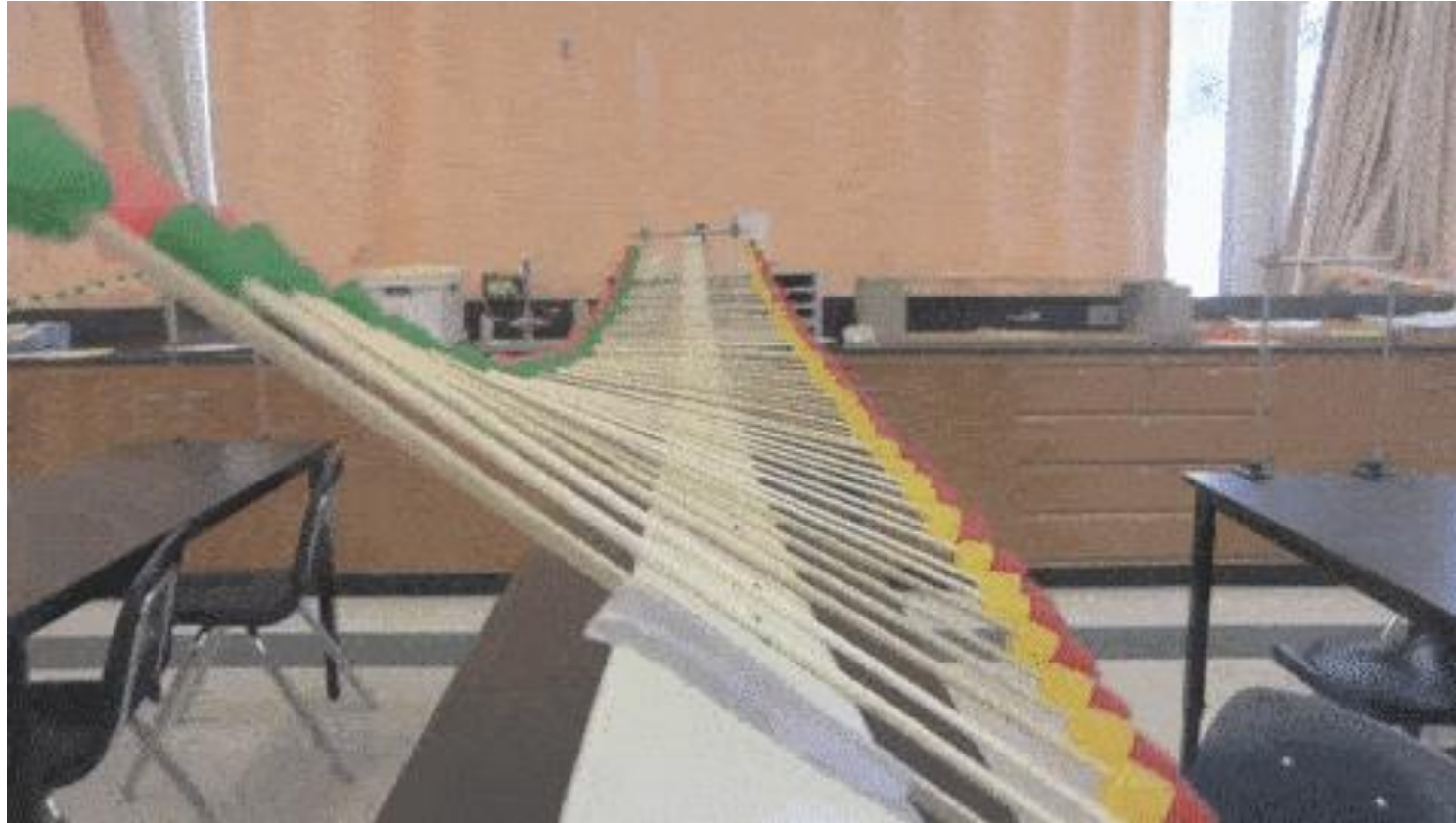


2

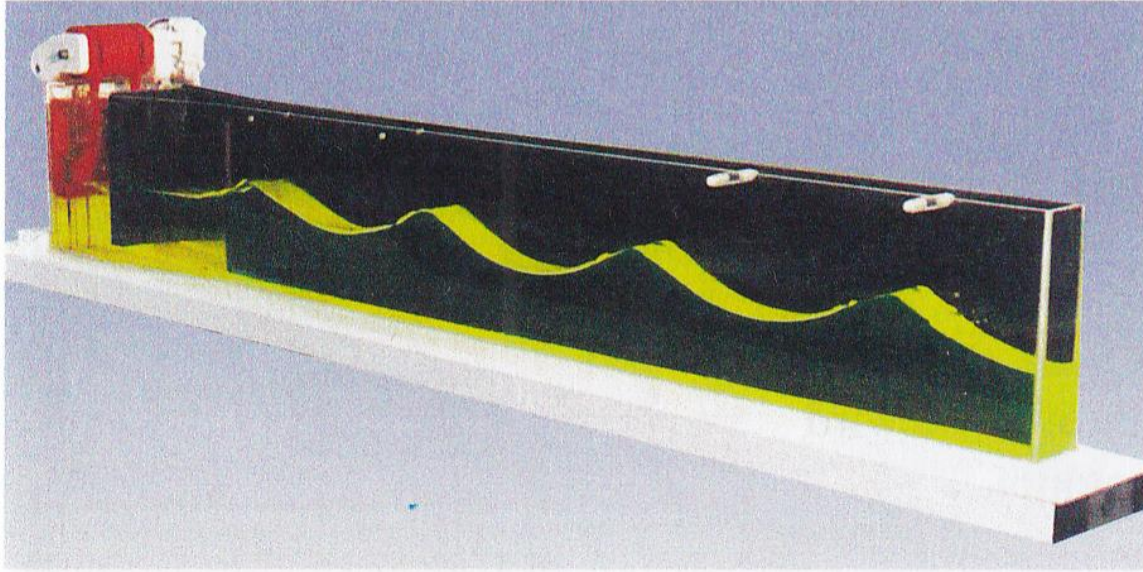
In dieser Wellenmaschine sind die Pendel mit elastischen Seilen gekoppelt. Die Pendel bewegen sich quer zur Ausbreitungsrichtung.

Mechanische Wellen

LB S. 156/157

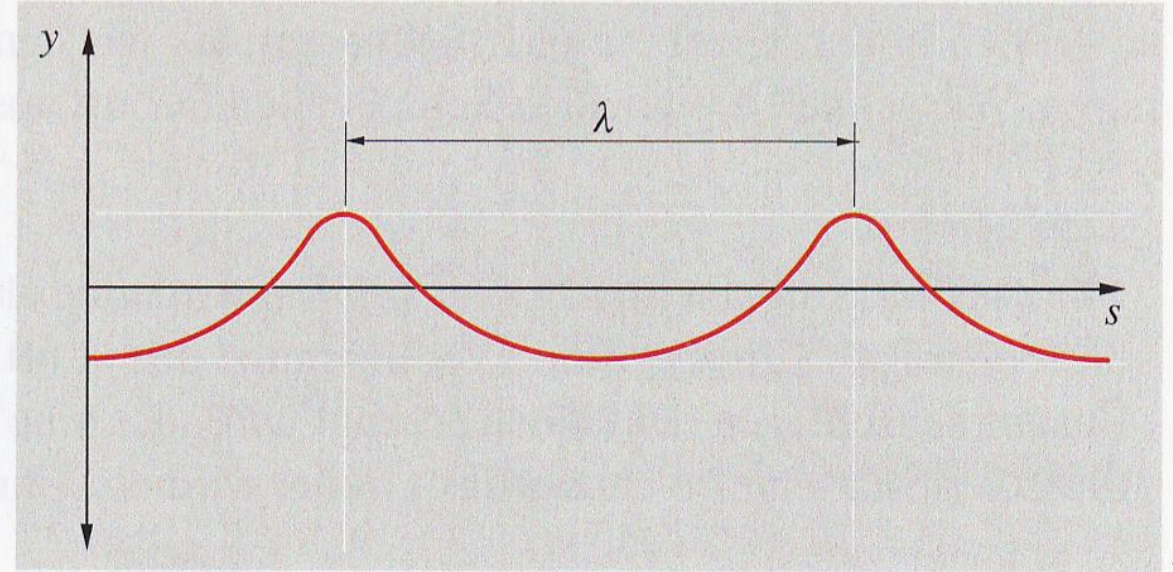


Bei der Wellenmaschine erfolgt die rücktreibende Kraft und die Kopplung über das elastische Klebeband in der Mitte. Die Störung aus der Ruhelage breitet sich im Raum aus.



Welle in einem Wellenkanal

3



$y(s)$ -Diagramm einer Welle

4

Die Wellenlänge λ ist der Abstand zweier benachbarter Wellenberge.
Die Ausbreitungsgeschwindigkeit v einer Welle ist die Geschwindigkeit, mit der sich ein Wellenberg in Ausbreitungsrichtung bewegt.

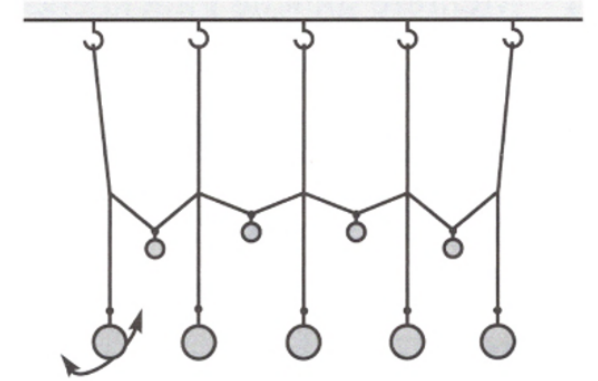
Schwingungen erzeugen Wellen

1.

Mehrere gleiche Fadenpendel sind gekoppelt,

a.) Was geschieht nach Anstoßen des linken Pendels?

b.) Wie nennt man einen solchen Vorgang?



Video: 07_Gekoppeltes Fadenpendel 1 min

Versuch bei Youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=bP1qceu3HzE>

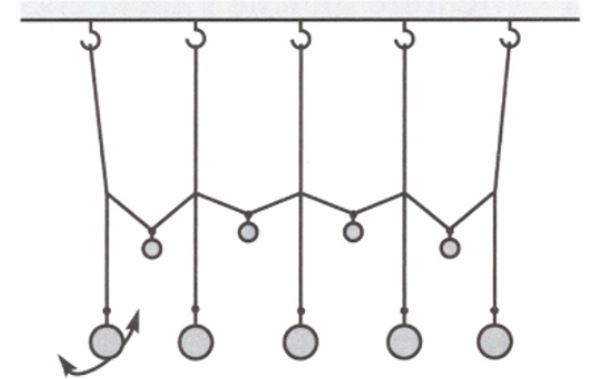
Schwingungen erzeugen Wellen

1.

Mehrere gleiche Fadenpendel sind gekoppelt,

a.) Was geschieht nach Anstoßen des linken Pendels?

Nacheinander fangen alle Pendel an zu schwingen. Die Schwingung wird übertragen.



b.) Wie nennt man einen solchen Vorgang?

Man spricht von einer Welle.

2. Erläutere, was man im physikalischen Sinn unter einer Welle versteht.

Unter einer Welle versteht man die Ausbreitung von Schwingungen im Raum. Dabei wird Energie transportiert, aber kein Stoff.

3. Mit einer Welle wird kein Körper transportiert, sondern nur Energie. Beschreibe ein Beispiel, das diese Tatsache bestätigt.

Schiffe werden auf dem Meer durch die Wellen auf und ab bewegt.

Sie bewegen sich dadurch nicht in Ausbreitungsrichtung der Welle.

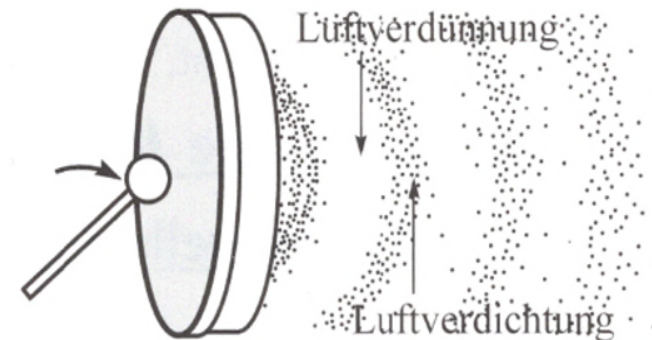
4. Erläutere am Beispiel eines Tamburins, wie eine Schallwelle entsteht.

Die schwingende Membran des Tamburins erzeugt in

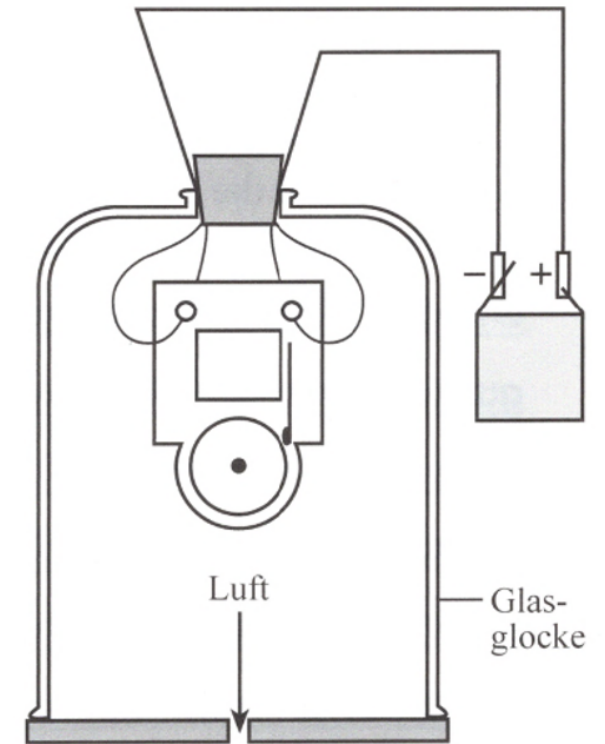
schnellem Wechsel Luftverdichtungen und -Verdünnungen.

Diese breiten sich wellenförmig von

der Schallquelle weg nach allen Richtungen hin aus.



5. Wenn mit der Säugpumpe Luft aus der Glasglocke herausgepumpt wird, wird das Läuten der elektrischen Klingel immer leiser. Schließlich hört man gar nichts mehr, obwohl die Bewegung des Klöppels noch deutlich zu sehen ist. Erkläre diese Beobachtung.



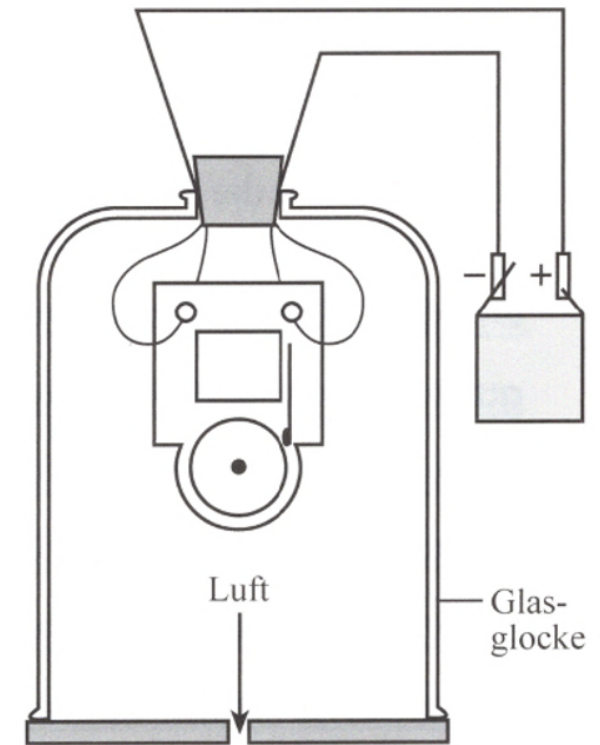
Video: 07_Kann man einen Wecker im Vakuum hören_ - Experiment 4 min

Schall im Vakuum:

<https://www.youtube.com/watch?v=O8v3ZRpjHg0>

5. Wenn mit der Säugpumpe Luft aus der Glasglocke herausgepumpt wird, wird das Läuten der elektrischen Klingel immer leiser. Schließlich hört man gar nichts mehr, obwohl die Bewegung des Klöppels noch deutlich zu sehen ist. Erkläre diese Beobachtung.

Schallwellen werden im Raum durch schwingungsfähige Luftteilchen übertragen, die miteinander „gekoppelt“ sind. Nach dem Auspumpen ist unter der Glocke keine Luft mehr vorhanden. Deshalb kann sich dort keine Schallwelle mehr ausbreiten.



Zusammenfassung

Video: 07_Einführung Wellen 4 min

Mechanische Wellen:

<https://www.youtube.com/watch?v=lghj7pLzP98>