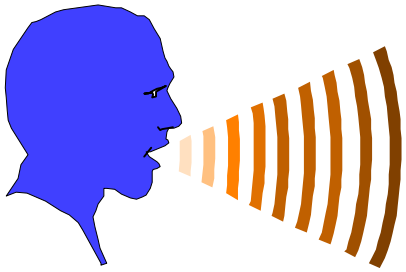
Physik & Musik



24

Schallresonanz

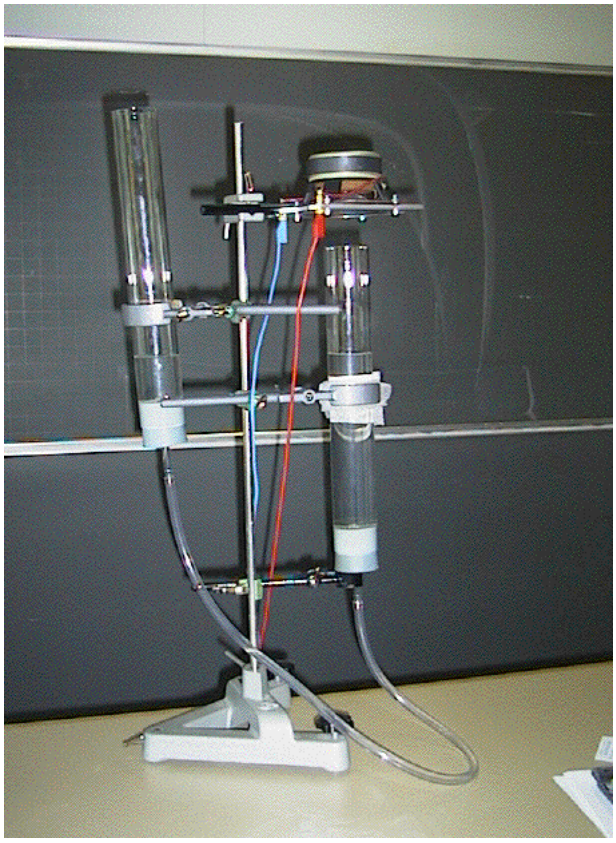
2 Aufträge

Schallresonanz

Bearbeitungszeit: 30-45 Minuten
Sozialform: Partnerarbeit
Voraussetzung: Posten 4 "Stehende Wellen"

Einleitung

Wird eine Luftsäule durch einen Lautsprecher oder eine Stimmgabel zu einer erzwungenen Schwingung angeregt, ergibt sich eine **Resonanz**, wenn die Anregungsfrequenz mit einer der Eigenfrequenzen übereinstimmt. Dies ist dann der Fall, wenn die am einen Ende der Luftsäule reflektierte Schallwelle mit der eindringenden Schallwelle konstruktiv interferiert (vgl. ***Abbildung 1***). Das heisst, dass die beiden Wellen ihre Schwingungsknoten an denselben Punkten besitzen. Durch Anpassen der Länge der Luftsäule kann diese **Interferenz** erzeugt werden. Damit ist das Ziel - Resonanz - erreicht!
An diesem Posten verwenden Sie zwei **kommunizierende** (Glas-)**Röhren** um Resonanzen zu finden. Das Prinzip ist einfach: sind zwei vertikal stehende, mit einer Flüssigkeit gefüllte Röhren durch einen Schlauch an ihren unteren Enden verbunden, stehen die Flüssigkeitspegel immer auf der gleichen Höhe. Ist die eine Röhre fixiert, kann man also die Länge der Luftsäule durch heben oder senken der anderen Röhre verändern. An der Flüssigkeitsoberfläche hat die Luftsäule ein festes Ende, eine stehende Welle also einen Knoten (vgl. Posten 4 "Stehende Wellen").



Arbeitsauftrag

1. Bestimmen der Schallgeschwindigkeit in Luft

1. Schalten Sie den Frequenzgenerator ein und stellen Sie die Frequenz auf 1000 Hz oder 1 kHz. Der Lautsprecher sollte sich im Abstand von etwa 1 cm über der fest montierten Glasröhre befinden. Stellen Sie die Amplitude ziemlich leise ein!
2. Verändern Sie den Wasserstand im fixen Rohr durch Höher- oder Tieferhalten des anderen Gefässes. Notieren Sie auf dem Arbeitsblatt, auf welchen Höhen des Wasserspiegels Resonanz entsteht (dazu messen Sie den Abstand von der Rohr-Oberkante mit einem Massstab). Bei Eigenfrequenzen der Luftsäule hören Sie den Ton deutlich lauter.
3. Aus den so ermittelten Schwingungsknoten-Abständen berechnen Sie die Wellenlänge λ und tragen sie auf dem Arbeitsblatt ein.
4. Mit Hilfe der Wellenlänge und der Frequenz von 1000 Hz (= 1000 1/s) berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit. Zur Erinnerung: $c=f*\lambda$.

Tip: eine Skizze der stehenden Welle im Rohr kann die Arbeit erleichtern!

2. Bestimmen der Frequenz einer Stimmgabel

1. Entfernen Sie den Lautsprecher. Halten Sie die Stimmgabel an die entsprechende Stelle und schlagen Sie sie an (mit dem Gummihämmerchen).
2. Verändern Sie durch Anheben und Absenken des freien Rohres die Höhe des Wasserstandes. Ermitteln Sie die Höhen für Resonanz und schreiben Sie sie auf.
3. Berechnen Sie aus den Knotenabständen die Wellenlänge.

4. Aus Wellenlänge und Schallgeschwindigkeit (Resultat vom ersten Auftrag) berechnen Sie die Frequenz der Stimmgabel.
5. Fixieren sie nun auch das freie Gefäss am Stativ. Der Wasserspiegel am festen Rohr sollte nachher auf einer Resonanzhöhe der Stimmgabel stehen.
6. Montieren Sie den Lautsprecher wieder über dem festen Rohr. Am Frequenzgenerator stellen Sie bei kleiner Amplitude langsam die ermittelte Tongabel-Frequenz ein. Wird Ihr Ergebnis durch eine grössere Lautstärke bestätigt?

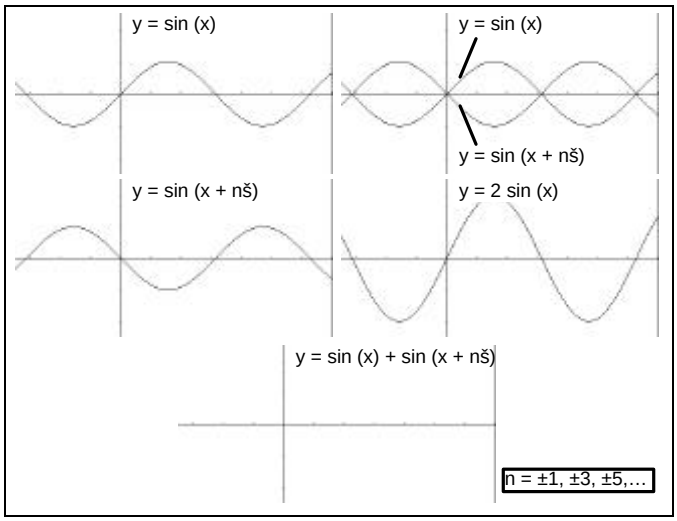


Abbildung 1: konstrukive und destruktive Interferenz

Arbeitsblatt

1. Arbeitsauftrag

2. 1. Knotenhöhe: _____ cm

   2. Knotenhöhe: _____ cm

   3. Knotenhöhe: _____ cm

3. Wellenlänge λ: _____ cm

4. Schallgeschwindigkeit c: _____ cm

2. Arbeitsauftrag

2. 1. Knotenhöhe: _____ cm

   2. Knotenhöhe: _____ cm

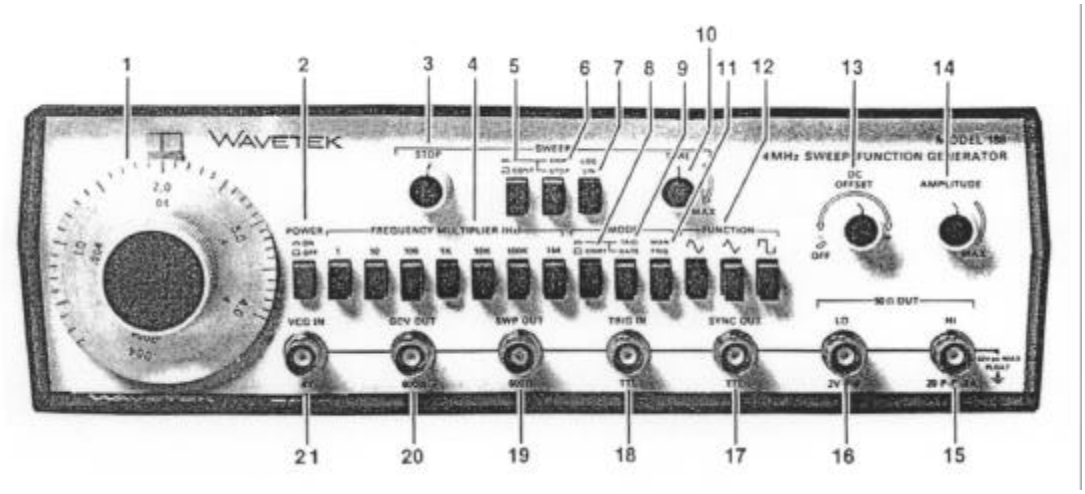
   3. Knotenhöhe: _____ cm

3. Wellenlänge λ: _____ cm

4. Frequenz f: _____ Hz

6. Hält Ihr Resultat der Überprüfung stand? ☐ JA ☐ NEIN
   (richtige Antwort bitte ankreuzen: ☒)

Kurzanleitung für den Funktionsgenerator WAVETEK



Der Funktionsgenerator erzeugt Spannungsschwingungen. Diese werden mit einem Lautsprecher in Töne umgewandelt.

Sie können die Frequenz der Schwingung einstellen und sie können die Form der Schwingung wählen.

Einstellen der Frequenz

Die Frequenz wird durch die Tasten FREQUENCY MULTIPLIER und den Drehknopf links eingestellt. Die Zahl auf dem Drehknopf (oben bei der Markierung) multipliziert mit der Zahl über der gedrückten Taste ergibt die Frequenz.

Beispiel:

Der Drehknopf zeigt 2.4. Die Taste 10K ist gedrückt

Die Frequenz ist 2.4 * 10 kHertz = 24 kHertz = 24'000 Hertz

Es werden also 24'000 Schwingungen pro Sekunde erzeugt.

Wahl der Schwingungsform

Mit den Tasten ***FUNCTION*** können Sie zwischen drei Schwingungsformen wählen:

- Sinusschwingungen
- Dreiecksschwingungen
- Rechtecksschwingungen

Mit dem Knopf Amplitude können Sie die ***Lautstärke*** einstellen.

Hören Sie sich ruhig einige der Töne an bevor Sie weiterfahren.

Materialliste

- 2 kommunizierende Glasröhren mit ∅ > 5 cm, Länge ca. 40 cm,
- mit Kunststoffschlauch ∅ = 1 cm verbunden.
- 1 Lautsprecher,
- 1 Frequenzgenerator WAVETEK,
- 1 Stimmgabel mit unbekannter Frequenz,
- 1 Gummihämmerchen und
- 1 Massstab.