

Tonleitern und Intervalle



Physik

Akustik

Schallerzeugung & -Ausbreitung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f5e7c83c512240003287d19>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Thema des Physikunterrichts sind Resonanzen, also stehende Wellen auf einer schwingenden Saite.

Über die Betrachtung von Resonanzen ergeben sich die kleinen Zahlenverhältnisse für die Resonanzfrequenzen, d. h. für die harmonischen Intervalle der Tonleiter.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Das Experiment ist für Schüler leichter durchzuführen und zu verstehen, wenn die verwendeten Begriffe aus dem Musikunterricht bekannt sind.

Tonleitern sollten jedem bekannt sein, während die Begriffe für die Intervalle schon Spezialwissen aus dem Musikunterricht sind.

Prinzip



In diesem Versuch werden die Schüler musikalische Töne erzeugen und experimentell bestimmen, wie diese Töne zustande kommen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



In diesem Experiment lernen die Schüler die physikalischen Gegebenheiten kennen, unter denen man die reinen Töne einer Tonleiter erzeugen kann.

Aufgaben



1. Die Schüler verwenden die A-Seite (die zweite Stahl-Seite) von der Gitarre und spielen eine Tonleiter mit Hilfe der Bundstege auf dem Griffbrett.
2. Sie untersuchen, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Verhältnis der Saitenlängen der Töne und dem dazugehörigen Intervall gibt.
3. Sie versuchen die A-Seite der Gitarre mit Hilfe der Stimmgabel zu stimmen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Hinweise zur Durchführung

1. Sorgfältiges Arbeiten ist beim Aufsetzen des Fingers auf einen Bundsteg erforderlich: der Finger soll fest auf den Bundsteg gedrückt werden und darf nicht über den Steg in Richtung auf den Schallloch hin rutschen, weil das die Saitenlänge verkleinern und außerdem die Saite dämpfen würde.
2. Die Saitenlänge l ist die Länge der schwingenden Saite.
3. Das Stimmen der Saite wird für musikalische Schüler interessanter und leichter sein. Die Durchführung ist außerdem einfacher, wenn zwei Schüler diesen Versuch durchführen.
4. Ein Monochord ermöglicht es optional, einen Holzklotz als Steg unterzulegen und dann die Saitenlänge in Millimetern zu messen oder die angezeigten Töne vorzugeben. Es ist mit zwei Saiten bestückt, die auf den gleichen Grundton gestimmt werden können, was die Durchführung dieses Experimentes sehr vereinfacht.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Das Stimmen eines Saiteninstruments

Das Stimmen von Musikgeräten ist sehr wichtig für ihren Klang.

Die Stimmung einer Tonleiter, bei der die Intervalle, wie in diesem Beispiel, aus Quotienten mit ganzen Zahlen bestehen, heißt "reine Stimmung". Sie ist jedoch nur für die Tonart genau, in der die Saite gestimmt wurde. Andere Tonarten klingen unrein.

Ab etwa 1700 wurde es üblich die "temperierte Stimmung" zu verwenden: Bei einer Oktave verdoppelt sich die Frequenz, dazwischen liegen 12 gleich große Halbtonschritte (Intervalle), so dass alle Tonarten in der "Reinheit" ihrer Intervalle gleich gut sind.

Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

1. Verwende die A-Seite (die zweite Stahl-Seite) von der Gitarre und spiele Tonleiter mit Hilfe der Bundstege auf dem Griffbrett.
2. Untersuche, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Verhältnis der Saitenlängen der Töne und dem dazugehörigen Intervall gibt.
3. Versuche die A-Seite der Gitarre mit Hilfe der Stimmgabel zu stimmen.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Stimmgabel 440 Hz	03424-00	1
2	Anschlaghammer, Gummi	03429-00	1
3	Monochord für Schülerversuche, Bausatz	13289-15	1
4	Aufbewahrungsschale, 413 x 240 x 100 mm	47325-02	1

Aufbau

PHYWE

Eine Gitarre besteht aus Kopf, Hals (Griffbrett) und Korpus. Sie besitzt 6 Saiten, die am Steg auf dem Korpus und an den Wirbeln am Kopf der Gitarre befestigt sind und mit Hilfe der Wirbel gespannt werden.

Die Saiten liegen auf dem Steg und dem Sattel (zwischen Kopf und Griffbrett) auf. Das Griffbrett hat Bundstege, mit deren Hilfe die Saitenlänge um feste Abstände verringert werden kann.

1. Lege die Gitarre vor dich auf den Tisch.
2. Mache dich mit den Bundstegen auf dem Griffbrett vertraut.
3. Verwende für das Experiment die zweite Stahlsaite (A-Saite).

Durchführung (1/4)

PHYWE

Teilexperiment 1

1. Zupfe die A-Saite der Gitarre an, ohne einen Finger auf einen Bundsteg zu legen (Grundton der Saite).



Abbildung 1

2. Setze dann einen Finger der linken Hand nacheinander fest auf die Bundstege auf:

Beginne vom Kopf her vom 1. bis zum 12. Bundsteg und zupfe jeweils mit der rechten Hand in der Nähe des Schallloches die Saite an.

3. Beschreibe in deinem Versuchsprotokoll, was du hörst.

Durchführung (2/4)

PHYWE

4. Spiele eine andere Tonleiter, indem du diesmal nach dem Grundton die Finger nacheinander auf die Bundstege 2, 4, 5, 7, 9, 11 und 12 setzt.
5. Beschreibe, was du hörst.

Durchführung (3/4)

PHYWE

Teilexperiment 2

1. Höre noch einmal den Grundton, setze dann den Finger auf den 12. Bundsteg, und zupfe die Saite diesmal zusätzlich an der anderen Seite vom Bundsteg an.
2. Beschreibe, was du hörst.
3. Miss mit dem Maßband die Länge l der ganzen Saite. Miss ebenfalls die Längen der Saite vom Steg auf dem Korpus bis zum 5. Bundsteg l_5 , bis zum 7. Bundsteg l_7 und bis zum 12. Bundsteg l_{12} .
4. Setze deinen Finger auf den 5. Bundsteg und zupfe die Saite über dem Schallloch an. Ist der Ton harmonisch zum Grundton? Wie heißt das Intervall?
5. Wiederhole den Schritt 4 mit dem 7. Bundsteg.

Durchführung (4/4)

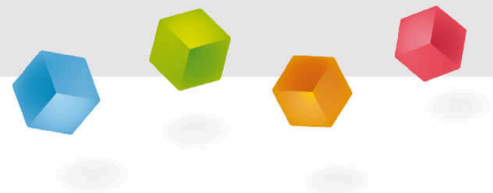
PHYWE

Teilexperiment 3

1. Setze einen Finger auf den 12. Bundsteg der A-Seite und zupfe sie an.
2. Schlage gleich danach die 440-Hz-Stimmgabel kräftig an und stelle sie auf den Tisch, damit der Ton lauter wird (am einfachsten wäre hierfür die Hilfe eines zweiten Schülers).
3. Höre dir den Zusammenklang beider Töne an.
4. Drehe vorsichtig am Wirbel der A-Seite, bis Stimmgabel und A-Saite den gleichen Ton haben.

PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE

Mit welchen schwingungsbeschreibenden physikalischen Größen kann man die Tonhöhe beschreiben?

☐ Die Phasenverschiebung φ

☐ Die Kreisfrequenz ω

☐ Die Amplitude A

☐ Die Periodenlänge T

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

Welche Bedingung an die Saitenlänge l muss erfüllt sein, damit saubere Töne entstehen können?

Töne sind immer sauber, solange eine Saite mindestens 38 cm lang ist.

Die Saitenlänge l muss ein ungerades Vielfaches von der anderthalbfachen Periodenlänge T eines Tones sein.

Die Saitenlänge l muss ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer T eines Tones sein, damit der Ton sauber ist.

Die Saitenlänge l beeinflusst die Reinheit eines Tones nicht.

Aufgabe 2

PHYWE

Welche Bedingung an die Saitenlänge l muss erfüllt sein, damit saubere Töne entstehen können?

Töne sind immer sauber, solange eine Saite mindestens 38 cm lang ist.

Die Saitenlänge l muss ein ungerades Vielfaches von der anderthalbfachen Periodenlänge T eines Tones sein.

Die Saitenlänge l muss ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer T eines Tones sein, damit der Ton sauber ist.

Die Saitenlänge l beeinflusst die Reinheit eines Tones nicht.

Aufgabe 3

PHYWE

Die Töne einer Tonleiter sind genau die Töne, bei der die Saitenlänge l ein ganzzahliges Vielfaches ihrer Periodenlänge T ist.

☐ Wahr☐ Falsch☒ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Wie verändert sich der Ton, wenn man die Saitenlänge l halbiert?

Der Ton bleibt unverändert.

Der Ton wird höher als zuvor.

Der Ton wird tiefer als zuvor.