

Schwebung



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/5f5e7c3dc512240003287cfc>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Die Schwebung ist ein physikalisches Phänomen, bei der zwei Wellen mit leicht unterschiedlicher Frequenz sich additiv überlagern, wodurch die charakteristischen periodisch ansteigenden und abfallenden Amplituden entstehen.

Die variierende Amplitude selbst kann als Schwingung aufgefasst und mit der sogenannten Einhüllenden (oder auch Hüllkurve) beschrieben werden.

In diesem Versuch werden die Schüler diesen physikalischen Effekt beobachten und die entsprechenden Grundlagen im Zusammenhang mit der Schwebung kennenlernen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Vor Durchführung des Experiments sollten die Schüler mit der Bedienung der Software measure Acoustics vertraut sein.

Prinzip



In diesem Versuch wird eine Schwebung erzeugt, indem die eine Spitze einer Stimmgabel erschwert wird, wodurch die Stimmgabel bei Anschlag zwei Schallwellen mit leicht unterschiedlicher Frequenz produziert.

Diese werden dann digital aufgenommen und visualisiert, wodurch die Schüler die Schwebung beobachten und ihre Gesetzmäßigkeiten kennen lernen können.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



In diesem Experiment lernen die Schüler, wie eine Schwebung zustande kommt und wie die Frequenz der Schwebung zweier Töne mit den Frequenzen der Töne zusammenhängt.

Aufgaben



Die Schüler finden in diesem Experiment heraus, was bei einer Schwebung eigentlich passiert.

1. Sie untersuchen, wie sich die Überlagerung zweier Stimmgabeln gleicher Frequenz anhört, von denen eine mit einem kleinen Stück Silikonschlauch leicht verstimmt wird.
2. Sie analysieren mit dem PC, wie sich eine solche Überlagerung mit dem Frequenzunterschied der Einzelsignale verändert.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Achten Sie darauf, dass bei Verwendung von Kopfhörern die Lautstärke der Wiedergabe stets vor Aufsetzen der Kopfhörer überprüft werden sollte.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Ein Streichorchester

Wenn mehrere Schallsignale gleichzeitig unsere Ohren erreichen, dann werden diese Signale zu einem resultierenden Signal überlagert.

Haben die einzelnen Signale alle die gleiche Frequenz, dann ist auch das resultierende Signal mit dieser Frequenz zu hören, die Lautstärke hingegen verändert sich.

Wenn man aber zwei Schallsignale mit unterschiedlicher Frequenz wahrnimmt, kommt es zu einem Effekt, der als Schwebung bezeichnet wird. Schwebungen werden z.B. ausgenutzt, um Musikinstrumente zu stimmen.

In diesem Versuch wird die Schwebung genauer betrachtet.

Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

Finde in diesem Experiment heraus, was bei einer Schwebung eigentlich passiert.

1. Untersuche, wie sich die Überlagerung zweier Stimmgabeln gleicher Frequenz anhört, von denen eine mit einem kleinen Stück Siliconschlauch leicht verstimmt wird.
2. Analysiere mit dem PC, wie sich eine solche Überlagerung mit dem Frequenzunterschied der Einzelsignale verändert.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Stimmgabel 440 Hz	03424-00	2
2	Anschlaghammer, Gummi	03429-00	1
3	Rahmentrommel, d = 20 cm	13289-11	1
4	Silikonschlauch, Innen-d = 3 mm, lfd. m	39292-00	1
5	Software "measure Acoustics"	14441-61	1

Aufbau

PHYWE



Abb. 1

Teil 1: Schwebung zweier Stimmgabeln

- Schneide ein 3 mm breites Stück Schlauch ab und schiebe es wenige Millimeter auf den Zinken einer der beiden Stimmgabeln (Abb. 1).

Teil 2: Schwebung zweier Sinustöne am PC

- Schließe die Kopfhörer korrekt an den Computer an.
- Setze die Kopfhörer auf und stelle in den Audio-Einstellungen des PCs die Ausgabelautstärke auf ein Niveau ein, das dir angenehm ist.
- Starte die Software measure Acoustics.
- Öffne das Experiment "2.3 Schwebung".



Durchführung (1/4)

PHYWE


Teil 1: Schwebung zweier Stimmgabeln

1. Schlage die Stimmgabel ohne Schlauchstück an und setze sie mit ihrem Fuß auf die Membran der Rahmentrommel.
2. Schlage die Stimmgabel mit Schlauchstück mit dem Anschlaghammer an und halte ihren Fuß auf die Membran.
3. Schlage anschließend beide Stimmgabeln an und halte sie zeitgleich jeweils mit ihrem Fuß auf die Membran der Rahmentrommel.
4. Notiere deine Beobachtungen für Frequenz und Lautstärke (relative Amplitude) des hörbaren Tons in deinem Versuchsprotokoll, wenn du gleichzeitig zu der ersten Stimmgabel auch noch die zweite Stimmgabel hörst.

Durchführung (2/4)

PHYWE

Teil 2: Schwebung zweier Sinustöne am PC

1. Öffne die Experimentübersicht (Menüpunkt "Datei" → "Experiment öffnen" oder in der Menüleiste  "Experiment öffnen" auswählen). Wähle aus dem Ordner "2 Physikalische Grundlagen: Schwingungen und Wellen" das Experiment "2.3 Schwebung".
2. Im Diagramm "Spektrum des Signals am Audioausgang (Lautsprecher oder Kopfhörer)" sind bereits zwei Töne voreingestellt. Im Menü "Tongenerator" kannst du dir für beide Töne die Einstellungen für Frequenz und relative Amplitude ansehen.
3. Klicke mit der rechten Maustaste in das Diagramm im Fenster "Spektrum ... (Lautsprecher oder Kopfhörer)" und wähle "Tongenerator".

Durchführung (3/4)

PHYWE

4. Im weiteren Verlauf des Experiments soll der erste Ton unverändert bleiben und der zweite Ton lediglich in seiner Frequenz verstellt werden.

Aktiviere die Wiedergabe der beiden Töne und höre dir an, wie sie zusammen klingen.

5. Wähle im Diagrammfenster "Spektrum ... (Lautsprecher oder Kopfhörer)" ► "Start" aus.
6. Betrachte dann das Diagramm "Zeitfunktion des Signals am Audioausgang (Lautsprecher oder Kopfhörer)". Der Verlauf ähnelt einer Sinuskurve (vergrößere die Kurve gegebenenfalls), deren relative Amplitude jedoch nicht konstant ist, sondern im Laufe der Zeit regelmäßig schwankt.
7. Nutze das Fadenkreuz, um im zeitlichen Verlauf zu messen, wie viel Zeit zwischen je zwei Zeitpunkten kleinster relativer Amplitude liegt. Diese Zeit bezeichnet man als Schwebungsdauer. Notiere den Wert der Schwebungsdauer zusammen mit den Frequenzen der beiden Töne.

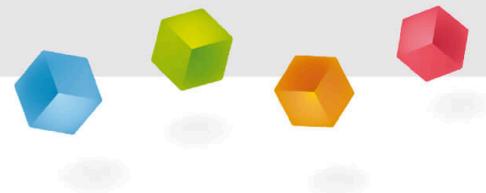
Durchführung (4/4)

PHYWE

8. Verwende im Diagrammfenster oben in der grauen Leiste das Fadenkreuz \oplus "Markieren", um den x-Wert (hier: Frequenz in Hz) und den y-Wert (hier: relative Amplitude des Schalldrucks in %) an der Stelle des Fadenkreuzes zu ermitteln, indem du beide Werte am unteren Bildschirmrand in der Statusleiste abliest.
9. Wiederhole deine Beobachtungen und Messungen für verschiedene Frequenzen des zweiten Tons: 1050 Hz, 1020 Hz und 1000 Hz. Ändere dazu jeweils die Frequenz des zweiten Tons.
10. Klicke im Diagrammfenster "Spektrum des Signals ... (Lautsprecher oder Kopfhörer)" mit der rechten Maustaste auf die Diagrammfläche, und wähle im erscheinenden Menü "Tongenerator" aus. Gib im Tongenerator in der Zeile von Ton 2 bei Frequenz die gewünschte Frequenz ein und wähle unten rechts "Übernehmen" aus.
11. Notiere außerdem, welchen Unterschied du im Höreindruck für 1010 Hz und 1001 Hz erkennst.

PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE

Wann tritt eine Schwebung auf?

Eine Schwebung tritt auf, wenn Schwingungen oder Wellen mit stark unterschiedlichen Frequenzen sich überlagern.

Ein Schwebung tritt auf, wenn Schwingungen oder Wellen exakt destruktiv miteinander interferieren und sich damit auslöschen.

Eine Schwebung tritt auf, wenn sich mehrere Schwingungen oder Wellen mit ähnlicher aber nicht gleicher Frequenz additiv überlagern.

Eine Schwebung tritt auf, wenn zwei Wellen sich perfekt additiv überlagern.

Aufgabe 2

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Lücken

Die ist eine Sinuskurve, welche sich wie eine Hülle um eine Schwebung legt. Mit ihr kann man also beschreiben, wie genau sich die periodisch verändern.

Dazu existieren die Schwebungsamplitude, und Schwebungsperiode.

Diese sind gleichzeitig die schwingungsbeschreibenden Größen der Einhüllenden.

Größen

Schwebungsfrequenz

Amplituden

Einhüllende

☒ Check

Aufgabe 3

PHYWE

Markiere das richtige Wort in der Klammer in diesem Text

Man beachte, dass die Schwebungsfrequenz und die (Amplitude / Periode) der Schwebung, wie bei allen anderen Schwingungen über den Kehrwert fest aneinander gebunden sind.

Nun gilt, dass die Schwebungsperiode umso größer ist, je näher die beiden (Frequenzen / Amplituden) der ursprünglichen Schwingungen aneinander liegen.

Hatten die beiden ursprünglichen Schwingungen ungleiche Amplituden, so nennt man die resultierende Schwebung auch eine (reine / unreine) Schwebung.

 Check

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 17: Auftreten einer Schwellung	0/1
Folie 18: Die Einhüllende	0/4
Folie 19: Schwebungseigenschaften	0/3

Gesamtsumme  0/8 Lösungen Wiederholen