

Demonstrationsexperimente zum Doppler-Effekt

Protokoll zum Demo-Experiment „Fadenpendel und Lautsprecher“

Materialien

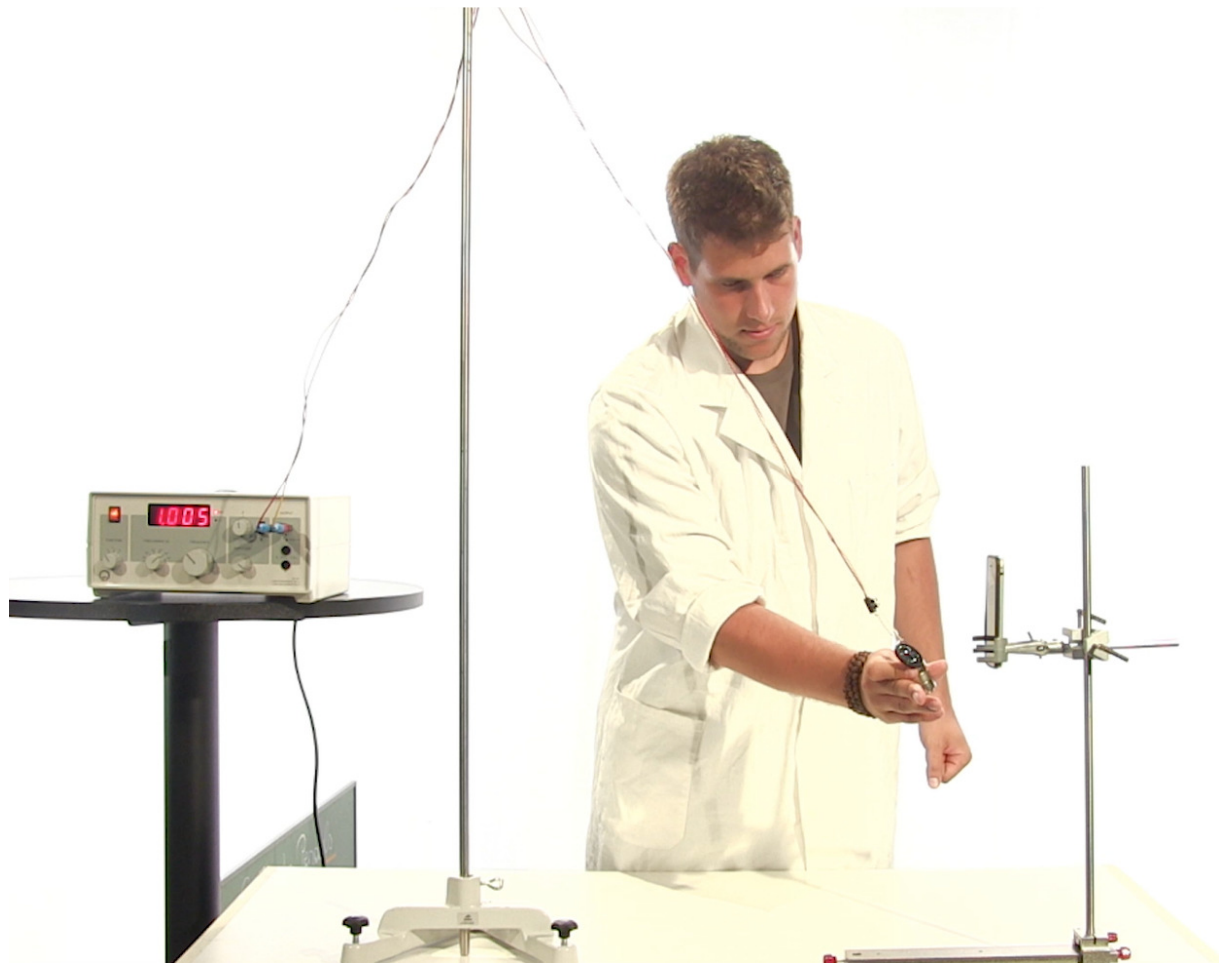
- 1 lange und 1 kurze Stativstange
- Stativklemme
- 2 Stativfüße
- Aufhängung für Pendel
- Faden/Schnur
- Massestücke oder Pendelkörper
- Lautsprecher
- Zange zum Halten des Smartphones
- Smartphone mit Phyphox
- Frequenzgenerator

Dieses Dokument wurde 2017 von Studierenden der Universität Salzburg/AG Didaktik der Physik im Auftrag der Christian Doppler Wissens- und Experimentierplattform (<https://www.christian-doppler.net>) erstellt.

© Christian Doppler Plattform, Inhalt [lizenzieren unter CC BY-SA 4.0 international](#)



Aufbau



Die lange Stativstange in den Stativfuß stecken und am oberen Ende die Aufhängung für das Pendel so anbringen, dass das Pendel dann frei schwingen kann. Den Faden an der Aufhängung befestigen und den Pendelkörper daran hängen. An den Pendelkörper zusätzlich noch den Lautsprecher hängen, dieser wird mit dem Frequenzgenerator verbunden.

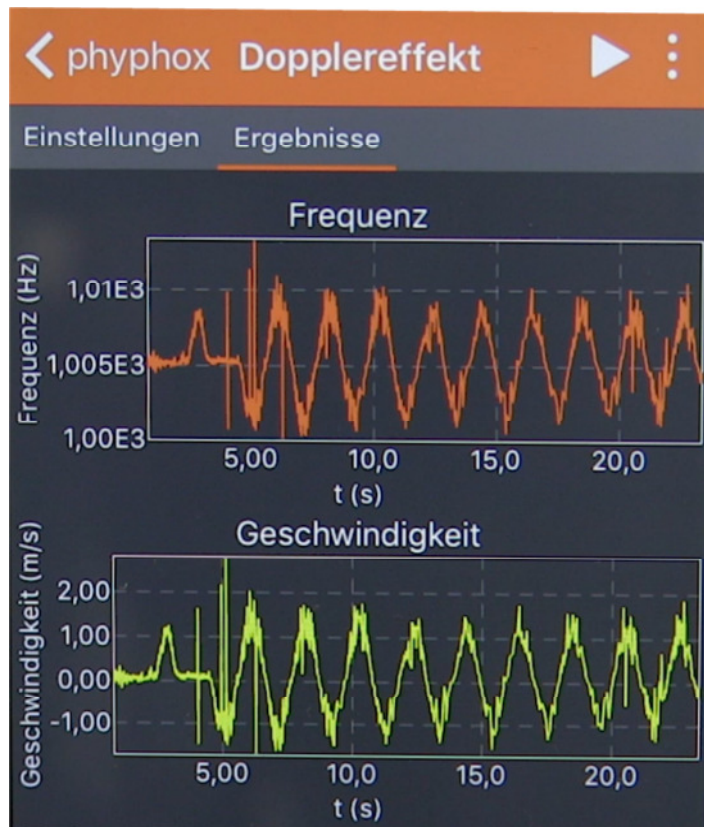
In passendem Abstand dazu wird das kleinere Stativ mit dem Smartphone aufgebaut, sodass der Lautsprecher bei einer Auslenkung des Pendels auf Höhe des Mikrophons kommt, das Smartphone aber nicht berührt.

Durchführung

Am Frequenzgenerator wird die gewünschte Frequenz, mit der der Lautsprecher senden soll, eingestellt. Am Smartphone wird die App phyphox gestartet und der Versuch „Dopplereffekt“ gestartet. Hier wird unter Einstellungen die Grundfrequenz des Lautsprechers eingegeben und das Zeitintervall auf 10 ms gestellt.

Nach dem Starten der Aufnahme am Smartphone wird das Pendel zum Smartphone hin ausgelenkt und dann lässt man es etwa 10 Schwingungen durchführen. Danach wird die Messung gestoppt und man kann die Diagramme auswerten.

Auswertung



Am oberen Frequenz-Zeit-Diagramm kann man sehen, dass die aufgenommene Frequenz in der Ruhelage des Pendels vor dem Auslenken konstant ist. Der erste Peak nach oben kommt vom Auslenken des Pendels hin zum Smartphone. Danach kann man sehr schön die periodische Bewegung des Pendelkörpers sehen, wobei ein Peak nach oben einer Bewegung des Pendels zum Smartphone hin entspricht, ein Peak nach unten dem Wegbewegen des Lautsprechers vom Mikrofon.

Im unteren Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm sieht man ebenso die periodische Bewegung des Pendels und die konstante Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit und das Umkehren des

Pendels. Die höchste Geschwindigkeit hat das Pendel im Nulldurchgang, bei unserer Messung beträgt diese etwa 1,7 m/s.

Überprüfung der Geschwindigkeit

Diesen Wert kann man nun überprüfen, indem man sich das Prinzip der Energieerhaltung zunutze macht. Am höchsten Punkt besitzt das Pendel nur potentielle, aber keine kinetische Energie, hier ist der Umkehrpunkt. Mit der Bewegung in Richtung Nullpunkt nimmt die potentielle Energie ab, die kinetische Energie dafür zu, bis am Nulldurchgang nur noch kinetische Energie vorhanden ist und der Körper die größte Geschwindigkeit seiner Bahn hat. Bewegt sich das Pendel weiter vom Nullpunkt weg zum anderen Umkehrpunkt, so nimmt die kinetische Energie wieder ab, die potentielle Energie dafür zu, bis das Pendel kurz stillsteht um umzudrehen und nur noch potentielle Energie besitzt.

Geht man nun davon aus, dass der Vorgang nahezu reibungsfrei verläuft, so kann man beide Energien gleichsetzen und sich die Geschwindigkeit am Nulldurchgang ausrechnen:

$$E_{kin} = E_{pot}$$

$$\frac{1}{2} * m * v^2 = m * g * h$$

$$v^2 = 2 * g * h$$

$$v = \sqrt{2 * g * h}$$

Setzt man nun den Wert der Erdbeschleunigung mit $9,81 \text{ m/s}^2$ und die ermittelte Höhe der Auslenkung ein (bei uns 15 cm), so erhält man die Geschwindigkeit des Pendels und Lautsprechers am Nullpunkt. Diese beträgt bei unserem Versuch 1,71 m/s, was ziemlich genau mit dem gemessenen und errechneten Wert über den Dopplereffekt übereinstimmt.

Fazit

Dieser Versuch veranschaulicht eine alltägliche Anwendung des Dopplereffekts. Er wird auch für Radarfallen verwendet, um die Geschwindigkeit von Autofahrern zu bestimmen. Man kann hier sehr gut sehen, dass die errechneten Geschwindigkeiten ziemlich genau sind, und das mit einem recht simplen Versuchsaufbau mit einem Pendel.

Sonstiges

Man kann die Messung der Frequenzverschiebung auch mit einer anderen App oder einem anderen Gerät, wie einem Computer mit Mikrofon durchführen, allerdings muss dann hier die Berechnung der Geschwindigkeit meist noch selbst durchgeführt werden.