

Aufgaben 6 Wellen Polarisation, Dispersion, Schwebung

Lernziele

- experimentelle Beobachtungen mit eigenen Worten beschreiben können.
- aus einem Experiment neue Erkenntnisse gewinnen können.
- das Phänomen Polarisation kennen und verstehen.
- das Phänomen Dispersion kennen und verstehen.
- das Phänomen Schwebung kennen und verstehen.
- eine neue Problemstellung selbstständig bearbeiten und in einer Gruppe diskutieren können.

Aufgaben

Polarisation

6.1 **Experiment Posten 1: Federseil**

Ein Federseil verläuft durch einen aus zwei parallelen Stativstangen bestehenden Spalt.

Lassen Sie einen kurzen Wellenzug gegen den Spalt laufen. Beobachten Sie, ob und wie der Wellenzug den Spalt passiert. Schreiben Sie Ihre Beobachtungen in einigen Worten auf.

Untersuchen Sie die folgenden Fälle:

- Transversalwelle, Schwingungsrichtung parallel zum Spalt
- Transversalwelle, Schwingungsrichtung senkrecht zum Spalt
- Transversalwelle, Schwingungsrichtung im Winkel 45° zum Spalt
- Longitudinalwelle

6.2 **Experiment Posten 2: Polarisator/Analysator**

Die vorliegende Anordnung besteht aus einer Lichtquelle (einfarbiges oder weisses Licht), einem Polarisator und einem Analysator. Zwischen dem Polarisator und dem Analysator befindet sich ein Körper aus Plexiglas. Mit einer Hebelvorrichtung kann der Plexiglaskörper mechanisch deformiert werden.

Führen Sie sowohl für das einfarbige als auch für das weisse Licht die folgenden Experimente durch:

- Variieren Sie bei eingeschaltetem Licht die Einstellungen von Polarisator und Analysator. Beobachten und notieren Sie für die jeweiligen Einstellungen, ob bzw. wieviel Licht durch den Analysator tritt.
- Stellen Sie den Polarisator und den Analysator so ein, dass durch den Analysator kein Licht mehr tritt. Deformieren Sie nun den Plexiglaskörper (mit Gefühl!). Was beobachten Sie? Notieren Sie Ihre Beobachtungen, und versuchen Sie, eine Erklärung für Ihre Beobachtungen zu finden.

Dispersion

- 6.3 Unter Dispersion versteht man die Abhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle von der Frequenz der Welle.

Es gibt Wellenarten, die Dispersion zeigen. Bei anderen Wellenarten ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit unabhängig von der Frequenz, d.h. diese Wellen zeigen keine Dispersion.

Erklären Sie anhand des Phänomens Regenbogen, dass Lichtwellen Dispersion zeigen.

- 6.4 (siehe nächste Seite)

6.4 Das menschliche Ohr nimmt Schallwellen als Töne, Klänge und Geräusche wahr.

Ein einzelner Ton entspricht einer Schallwelle mit einer bestimmten Frequenz. Je höher der Ton ist, desto höher ist die Frequenz f der dazugehörigen Schallwelle.

Klänge und Geräusche sind Mischungen von verschiedenen Tönen und entsprechen demnach Überlagerungen von Schallwellen verschiedener Frequenzen.

Beurteilen Sie nun, ob bei Schallwellen die Ausbreitungsgeschwindigkeit von der Frequenz abhängt oder nicht.

Belegen oder widerlegen Sie die Behauptung anhand einer Erfahrung, die Sie im Alltag mit Tönen, Klängen und Geräuschen machen.

Schwebung

6.5 **Experiment Posten 3: Stimmgabeln**

Die vorliegenden Stimmgabeln sind beide auf den sogenannten Kammerton a' ($f = 440$ Hz) gestimmt. Man kann eine Stimmgabel jedoch verstimmen, indem man eine Klemmschraube an einem Schenkel der Stimmgabel montiert. Der Grad der Verstimmung hängt dabei von der Position der Klemmschraube ab.

Zwischen den Resonanzkörpern der Stimmgabeln ist ein Mikrofon montiert. Es registriert die (resultierende) Schallwelle am Ort, an welchem sich das Mikrofon befindet. Der zeitliche Verlauf des Mikrofonsignals kann auf der Anzeige eines Kathodenstrahl-Oszilloskopes (KO) betrachtet werden.

Verstimmen Sie die eine Stimmgabel mit der Klemmschraube. Schlagen Sie dann beide Stimmgabeln kurz nacheinander mit dem Gummihammer an.

- Beschreiben Sie, was Sie hören (1 Ton oder 2 Töne?, zeitlicher Verlauf?).
- Beschreiben Sie, was Sie auf der KO-Anzeige sehen.
- Versuchen Sie, das, was Sie hören, mit dem, was Sie auf der KO-Anzeige sehen, in Verbindung zu bringen bzw. zu erklären.

Wiederholen Sie das Experiment, indem Sie den Grad der Verstimmung der einen Stimmgabel variieren.

6.6 (Voraussetzung: Aufgabe 6.5)

Studieren Sie die folgenden **Java-Applets**. Sie finden die Applets unter <http://www.thomasborer.ch> → Physik → Dokumente/Applets

a) Applet „Interferenz zweier Wellen“

- i) Lassen Sie zwei Wellen mit sehr ähnlicher Wellenlänge in die gleiche Richtung laufen und beobachten Sie die Schwebung.
- ii) Variieren Sie die Differenz der beiden Wellenlängen und beobachten Sie die Auswirkung auf die Schwebung und die Schwebungsfrequenz.

b) Applet „Schwebung“

- i) (dito)
- ii) (dito)

6.7 Betrachten Sie zwei Elektromotoren, welche beide mit einer Drehzahl von ca. 3000/min laufen. Der Ton, den man von beiden zusammen hört, wird pro Sekunde zweimal lauter und leiser.

Bestimmen Sie, um wie viel Prozent die Drehzahlen der beiden Motoren voneinander abweichen.

6.8 (siehe nächste Seite)

6.8 Wenn zwei bestimmte Stimmgabeln gleichzeitig angeschlagen werden, hört man 4.0 Schwebungen pro Sekunde. Die Frequenz der einen Stimmgabel beträgt 500 Hz.

a) Welche Frequenzwerte sind bei der anderen Stimmgabel möglich?

Auf die 500-Hz-Stimmgabel wird ein Stückchen Wachs geklebt, um ihrer Frequenz ein wenig zu verringern.

b) Erläutern Sie, wie man mit Hilfe der dann gemessenen Schwebungsfrequenz bestimmen kann, welche der Lösungen in a) die richtige Frequenz der anderen Stimmgabel angibt.

Lösungen

6.1 ...

...

6.6 ...

$$6.7 \quad r = \frac{\Delta f}{f} = \frac{f_S}{f} = \frac{2 \text{ Hz}}{3000 \text{ min}^{-1}} = 0.04 = 4\%$$

6.8

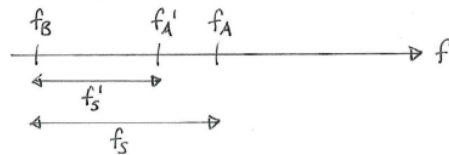
$$a) \quad f_S = |f_A - f_B| \quad \begin{array}{l} \text{Unb.} \\ f_B \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Bek.} \\ f_S = 4 \text{ Hz} \\ f_A = 500 \text{ Hz} \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{Fall 1 : } f_A > f_B : \quad f_S &= f_A - f_B \\ f_B &= f_A - f_S \\ &= 496 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fall 2 : } f_A < f_B : \quad f_S &= -(f_A - f_B) \\ &= -f_A + f_B \\ f_B &= f_A + f_S \\ &= 504 \text{ Hz} \end{aligned}$$

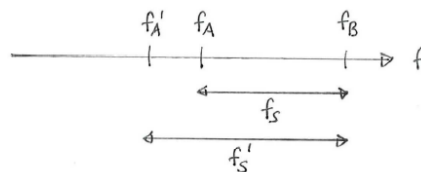
b) f'_A := neue Frequenz Stimmgabel A
 f'_S := neue Schwebungsfrequenz

Fall 1 : $f_A > f_B$



$$f'_S < f_S$$

Fall 2 : $f_A < f_B$



$$f'_S > f_S$$

also : falls $f'_S < f_S \Rightarrow f_A > f_B$, d.h. $f_B = 496 \text{ Hz}$

falls $f'_S > f_S \Rightarrow f_A < f_B$, d.h. $f_B = 504 \text{ Hz}$