

ÜbungsgruppenleiterInnen: M. Cimander, C. Derricks,
J. Fichtner, C. Fischer, A. Graf, R. Löffler, M. Rudolf,
A. Schmid, L. Siedentop

Übungen zu Experimentalphysik I
für Studierende der Biologie und der Sportwissenschaft
Blatt 14

Aufgabe 1: Zusammenfassung

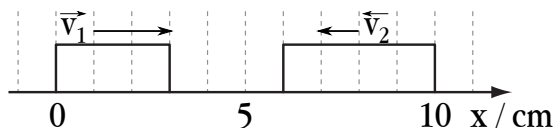
Erklären Sie folgende Begriffe in eigenen Worten (und Formeln, wenn sinnvoll):

- a) Schwingung,
- b) Welle und
- c) Wellenpaket.

Erläutern Sie außerdem, wie diese Begriffe zusammenhängen!

Aufgabe 2: Superposition

Zwei Wellenpakete bewegen sich mit den Geschwindigkeiten $\vec{v}_1 = 2 \text{ cm/s}$ und $\vec{v}_2 = 1 \text{ cm/s}$ aufeinander zu (siehe Abbildung). Fertigen Sie vier Skizzen der (überlagerten) Amplituden für die nächsten vier Sekunden an!



Aufgabe 3: Schwebung

Zwei Geschwister schreien sich mit perfekten Sinusschwingungen gleicher Amplitude A an. Das eine Kind produziert eine Schwingung der Frequenz $f_1 = 890 \text{ Hz}$, das andere eine mit $f_2 = 900 \text{ Hz}$ und beide Schwingungen überlagern sich.

- a) Was schwingt hier?
- b) Zeichnen und berechnen Sie den Luftdruck, den ein nebenstehendes Mikrophon aufnehmen würde, als Funktion der Zeit!
- c) Der Vater bekommt von alledem nichts mit, da er mit seinem neuen aktiven Kopfhörer lächelnd daneben sitzt. Wie funktioniert dieser physikalisch?

Aufgabe 3: Dezibel

Die Rockgruppe „The Who“ stellte angeblich 1976 einen Rekord für das lauteste Konzert auf. Im Abstand von 46 m vor den Lautsprechern betrug die Lautstärke 120 dB. Wie groß ist das Intensitätsverhältnis zwischen dem Geräuschpegel der Band an diesem Ort und einem Preßlufthammer mit 92 dB? Wie groß ist das Intensitätsverhältnis zur Hörschwelle (0 dB)? Verwenden Sie die folgende Definition für Dezibel:

$$1 \text{ dB (Dezibel)} = 0.1 \text{ B (Bel)} = \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (1)$$

Wobei I eine Intensität und I_0 eine Referenzintensität ist. Im Falle von Schallwellen ist dies gewöhnlich die Hörschwelle, also die Intensität, die ein Mensch gerade noch wahrnehmen kann.

Bemerkung des Dozenten: Die oft verwendete Einheit „Dezibel“ ist im Vergleich zu „Bel“ Schmärrn: Erstere führt oft zu Verwirrungen, während Letztere viel anschaulicher die Zehnerpotenz der gefragten Größe angibt - also einfach die „Hochzahl“. Warum sollte ein Zehntel dieses einfachen Zusammenhangs angegeben werden?

Aufgabe 4: Ebene Wellen

Mechanische Wellen sind kollektive Auslenkungen von Bestandteilen eines makroskopischen Objektes (z.B. Festkörper, Flüssigkeit oder Gas). Sie bestehen aus vielen einzelnen Schwingungen, die jedoch gekoppelt sind, da ein Teilchen sein Nachbarpartikel ebenfalls zu einer Schwingung anregen kann. Eine anfängliche Auslenkung ist natürlich notwendig, um diesen Kettenreaktion in Gang zu setzen. Nehmen wir nun an, diese anfängliche Auslenkung hat eine periodische Form, z.B. einen Kosinus (wie bei der erzwungenen Schwingung). Dann können wir davon ausgehen, das sich sowohl die Form als auch die Dynamik der Welle in dem Medium wie ein Kosinus verhält. So eine Welle nennt man eine ebene Welle.

- Versuchen Sie sich klarzumachen, wie Form und Dynamik einer solchen Welle aussehen: Skizzieren Sie die Auslenkung der gesamten Welle als Funktion des Ortes und die Auslenkung eines einzelnen Teilchens als Funktion der Zeit und zeigen Sie anhand der Zeichnung wo Wellenlänge λ und Frequenz ω auftauchen!
- Wie sieht die mathematische Beschreibung für die jeweiligen Auslenkungen $A_{\text{Ort}}(t)$ und $A_{\text{Zeit}}(t)$ aus, wenn die maximale Anfangsauslenkung A_0 ist? Was steht jeweils im Argument des Kosinus?
- Wenn Sie nun die Form und Dynamik in einer Formel beschreiben wollen, wird die Auslenkung gleichzeitig orts- und zeitabhängig. Welche „kombinierte“ Funktion $A(t)$ könnte dies beschreiben?
- Über welche zusätzliche Größe hängen Frequenz und Wellenlänge zusammen? Was genau beschreibt diese Größe und wie hängt sie mit der Kopplung der einzelnen Schwingungen zusammen? Stellen Sie sie als Funktion von ω und dem Wellenvektor $k := \frac{2\pi}{\lambda}$ dar!