



Mechanik - Harmonische Schwingung (Fadenpendel)

Lehrerhandreichung

- **Jahrgangsstufe:** Einführungsphase
- **Thema:** Harmonische Schwingung
- **Methode:** Schülerversuch
- **Versuchszeit:** 45 min

In diesem Versuch soll die harmonische Schwingung am Fadenpendel mithilfe des Smartphones und der App *phyphox* untersucht werden. Dabei soll insbesondere die Formel für die Schwingungsdauer eines Fadenpendels angewandt und gefestigt werden.

Thema

- Mechanik: harmonische mechanische Schwingung (Lehreinheit: Fadenpendel als Schwerependel)
- Verwendeter Sensor: Gyroskop¹

Voraussetzungen

- harmonische Schwingung
- Formel für die Schwingungsdauer des Fadenpendels

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Kompetenzbereiche²

- Wiedergabe / Auswahl (UF1/UF2)
- Wahrnehmung und Messung (E2)
- Hypothesen / Auswertung (E3/E5)

1 Dieser Sensor erfasst die Winkelgeschwindigkeit der drei Achsen, mit der das Smartphone um diese Achsen rotiert.

2 In Anlehnung an den Kernlehrplan NRW (2014): Physik



Mechanik - Harmonische Schwingung (Fadenpendel)

Lehrerhandreichung

Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen den Zusammenhang der Größen Periodendauer, Masse, Auslenkung, Fadenlänge und Erdbeschleunigung mit Blick auf die Formel für die Schwingungsdauer eines Fadenpendels
- führen ein Experiment mit dem Smartphone (App *phyphox*) durch und wenden das Smartphone als Messinstrument zur Datenerfassung an

Versuchsbeschreibung

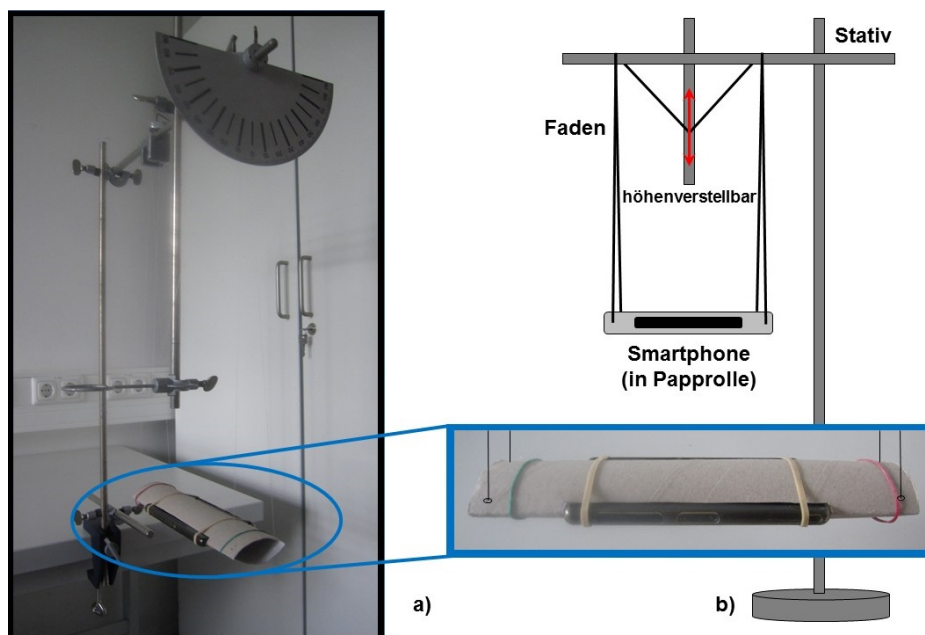


Abbildung 1: Aufbau des Smartphone-Experiments zum harmonischen Fadenpendel, real (a) und schematisch (b). Dabei wurde durch den Versuchsaufbau eine Schaukel realisiert, die in einer festen Achsrichtung des Smartphones schwingt. Die Halterung für das Smartphone wurde aus einer Papprolle gefertigt und mit Fäden derart an dem Stativmaterial befestigt, dass die „Schaukel“ ungehindert schwingen kann und dazu höhenverstellbar ist.



Mechanik - Harmonische Schwingung (Fadenpendel)

Lehrerhandreichung

Methodische Anmerkungen

Die Bearbeitung des Arbeitsblattes ist als Partnerarbeit während der Unterrichtszeit gedacht. Im Folgenden finden Sie methodische Anregungen und Hinweise zu den einzelnen Aufträgen.

- Versuchsaufbau:

Der Aufbau, wie er für das Arbeitsblatt vorgeschlagen wird, ist in Abbildung 1 zu sehen. Alternativ zum Stativmaterial kann er auch mit Gegenständen aus dem Klassenzimmer realisiert werden. Auf diese Weise kann eine Anregung geschaffen werden, diesen oder ähnliche Versuche zuhause zu wiederholen. Aufgrund des Alltagsbezuges wird die Analogie zu einer Schaukel empfohlen. Der Konstruktion der „Sitzfläche“ sind keine kreativen Grenzen gesetzt.

Anwendungsbeispiel: Um eine ausreichende Höhe für die Schwingung der „Schaukel“ zu garantieren, kann ein Stuhl auf einen Tisch gestellt werden. Auf dem Stuhl wird mit Klebeband ein langer Stift fixiert und mit Büchern beschwert, sodass dieser ausreichend weit über die Tischkante hinausragt. An dem Stift können nun die Fäden des Pendels wie eine Schaukel angebracht werden. Zur variablen Befestigung eignen sich z.B. Wäscheklammern. Als Halterung für das Smartphone kann eine leere Küchenrolle benutzt werden, in die Schlitz für das Smartphone geschnitten werden. Zur Sicherung können hier Gummibänder verwendet werden. Durch kleine Löcher an der Seite der Papprolle kann der Faden befestigt werden. Der Faden sollte dabei reißfest und nicht elastisch sein.

- Versuchsablauf:

Es muss darauf geachtet werden, dass das Smartphone in der Halterung gut befestigt ist und diese sicher mit den Fäden verbunden ist, um Folgeschäden zu vermeiden.

Zudem ist wichtig, dass das Smartphone in der Halterung während des Schwingungsvorgangs möglichst nur um eine seiner Achse rotiert, also nicht taumelt. Deshalb sollten die Messwerte erst nach einer Einschwingphase genutzt werden, um eine Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden. Dafür soll das Smartphone mindestens 20 Perioden schwingen. Nach dem Schwingen ist ein schnelles Stoppen der Messung nötig, um unerwünschte Daten zu vermeiden.



Mechanik - Harmonische Schwingung (Fadenpendel)

Lehrerhandreichung

- Anmerkungen zu den Aufgaben:
 - zu Aufgabe 1: Eine Differenzierung ist hierbei möglich, indem man im Editor alle drei Rotationsachsen des Smartphones implementiert und die SuS zum Teil selbstständig analysieren lässt, welche Winkelangaben für ihre weitere Auswertungen von Nutzen sind. So könnten die SuS beispielsweise in einem Freihandversuch zunächst die Rotationsachsen dem Smartphone zuordnen, um damit die für ihren Versuch benötigten Daten der Schwingung zu erhalten.
 - zu Aufgabe 2: Um diese Aufgabe differenzierend zu gestalten, kann die angegebene Tabelle selbstständig von den SuS erstellt werden, wobei sie sich eigene Gedanken machen, welche Parameter von Bedeutung sein können.
 - zu Aufgabe 4: Diese Aufgabe kann auch auf die Kräftebetrachtung beim Schwerependel erweitert werden, woraus die Formel für die Periodendauer hergeleitet werden kann.
 - Falls die Daten, die bei der Bearbeitung dieses Arbeitsblattes erhoben wurden, für spätere Auswertung noch verwendet werden sollen, so sollte das Aufgabenblatt um eine fünfte Aufgabe ergänzt werden, welche die SuS zur Speicherung ihrer Daten auffordert.