

Niveaubestimmende Aufgaben – Physik – Schuljahrgänge 9/10:

## Bestimmung der Schwingungsdauer eines Fadenpendels mit digitalen Werkzeugen

Variante 1)

### Schwingendes Smartphone mit phyphox-App

Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

### Bestimmung der Schwingungsdauer

**Aufgabe:** Bestimme die Abhängigkeit der Schwingungsdauer von der Pendellänge mit Hilfe der phyphox-App

**Material**  
1 mobiles Gerät (Smartphone oder Tablet) mit der phyphox-App (diese beinhaltet die Messeinrichtung Fadenpendel)

**Vorbereitung**

- Starte auf dem Gerät die phyphox-App und aktiviere „Fadenpendel“.
- Tippe auf die drei Punkte oben rechts und aktiviere die Zeitautomatik.  
Zeitverzögerung 3s, Dauer des Experiments 10s.
- Hänge das mobile Gerät sicher in die Halterung ein.

**Durchführung**

- Starte die Messung: drücke auf das Dreieck.
- Lass das mobile Gerät schwingen bis die Messung beendet ist.
- Verändere die Länge des Pendels und führe die Messung erneut durch.

**Beobachtung**

| $l$ in cm | $T$ in s | $f$ in Hz |
|-----------|----------|-----------|
|           |          |           |
|           |          |           |
|           |          |           |

**Auswertung**

- Formuliere eine Beziehung aus deinen Messergebnissen.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Kontrolliere die Genauigkeit deiner Messung mit Hilfe der phyphox-App:**  
Tippe auf „G“ und gib die Länge deines Fadenpendels bei der letzten Messung ein. Der angezeigte Wert für den Ortsfaktor (Erdbeschleunigung) sollte ungefähr  $g \approx 9,81 \frac{m}{s^2}$  entsprechen. Ermittelter Ortsfaktor:  $g \approx$  \_\_\_\_\_

**Fehlerbetrachtung:**  
Nenne einen Fehler, der zu einer Messunsicherheit geführt haben kann.

Variante 2)

### Videoanalyse des Standardexperiments

Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

### Bestimmung der Schwingungsdauer

**Aufgabe:** Bestimme die Abhängigkeit der Schwingungsdauer von der Pendellänge mit Hilfe der App Experilyser

**Material**  
1 mobiles Gerät (Smartphone oder Tablet) mit der Experilyser-App

**Vorbereitung**

- Starte auf dem Gerät die Experilyser-App mit der Videoanalyse.
- Sorge für einen sicheren Stand des mobilen Gerätes und tippe im Display auf den zu erfassenden Körper.
- Lass den Körper schwingen.

**Durchführung**

- Starte die Messung.
- Lass den Körper weiter schwingen.
- Stoppe die Messung.
- Lass dir das Schwingungsdiagramm anzeigen und lies darin die Schwingungsdauer ab.
- Verändere die Länge des Pendels und führe die Messung erneut durch.

**Beobachtung**

| $l$ in cm | $T$ in s | $f$ in Hz |
|-----------|----------|-----------|
|           |          |           |
|           |          |           |
|           |          |           |

**Auswertung**  
Formuliere eine Beziehung aus deinen Messergebnissen.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Fehlerbetrachtung**  
Bewerte die Genauigkeit deiner Messungen.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 1. Einordnung in den Fachlehrplan

Kompetenzschwerpunkt und Kompetenzbereiche:

**Experimente mit digitalen Werkzeugen planen, durchführen und auswerten**

zu entwickelnde Kompetenzen:

*Fachlehrplan:*

Erkenntnisse gewinnen: selbstständig Experimente nach Vorgaben planen, durchführen und auswerten oder simulieren und auswerten

- Bestimmung des Zusammenhangs zwischen zwei physikalischen Größen [...] (Pendellänge & Periodendauer)
- Messwerterfassung und Auswertung mithilfe digitaler Werkzeuge z.B. Videoanalyse

*Grundsatzband:*

Lernkompetenz: Nutzen entwickelter Arbeitstechniken und deren Übertragen auf die Aufgabenstellung

Sprachkompetenz: verstehendes Lesen der Anleitung

Sozialkompetenz: mit den Lernpartnern gleichberechtigt kooperieren und Verantwortung für das gemeinsame Arbeiten und Ergebnis übernehmen

Bezug zu grundlegenden Wissensbeständen:

Kalibrierung von Messgeräten/Sensoren

zufällige und systematische Messabweichungen

## 2. Material

- Arbeitsblatt
- SE: Fadenpendel (Faden, Massestück, Aufhängung aus Stativmaterial)

Variante 1): Smartphone mit phyphox-App

(ersetzt das Massestück, Fadenlänge 3m),

optional: gebastelte Aufhängung (Bastelanleitung im Material: Pappe, Gummibänder, Schnur)

oder

Variante 2): mobiles Gerät (Smartphone oder Tablet) mit eXperilyser-App

optional: Anleitung Schritt für Schritt zur Verwendung der eXperilyser-App (Material)

## 3. Anregungen und Hinweise zum unterrichtlichen Einsatz

### Voraussetzungen:

Die Lernenden kennen die physikalische Größe Ortsfaktor und den Schwingungsbegriff.

An einem Standardexperiment soll die Verwendung digitaler Werkzeuge für die Messwerterfassung und Auswertung kennengelernt werden. Dabei wird eine der beiden Varianten verwendet:

- (1) Verwendung eines Smartphones mit der kostenfreien App phyphox
- (2) Videoanalyse mit Tablet oder Smartphone mit der kostenpflichtigen App eXperilyser

## Variante 1) Schwingendes Smartphone mit phyphox-App

Die App **phyphox** liest die Sensoren des Smartphones aus, während das Smartphone an einer Aufhängung schwingt (Bild 1).

**Das Smartphone muss vor möglichen Beschädigungen geschützt werden.**



Bild 1

(Quelle: Sebastian Staacks, RWTH Aachen)

Es muss darauf geachtet werden, dass das Smartphone ohne Torsionsbewegungen linear hin und her schwingt. Die Pendellänge muss korrekt zwischen dem Aufhängepunkt und dem Schwerpunkt des aufgehängten Smartphones gemessen werden.

Einzelne Messungen sollten wiederholt werden.

Es bietet sich an, die Genauigkeit der Messungen zu überprüfen: dies kann ebenfalls mithilfe der phyphox-App erfolgen, da diese auch den Ortsfaktor ermitteln kann, wenn die Pendellänge eingegeben wird.

### Mögliche Probleme der Umsetzung

Die Messungen werden sehr ungenau, wenn es zu einer Torsionsbewegung des Handys (Drehung gegenüber dem Faden) kommt.

Zur **Vermeidung der Torsionsbewegung** des Smartphones kann eine alternative Aufhängung für das Smartphone in Form einer Schaukel angefertigt werden (Bild). Hierfür wird eine Bastel-Anleitung im Material bereitgestellt. Mit der dargestellten Handyschaukel hängt das Telefon sehr nah am Schwerpunkt des Pendels.

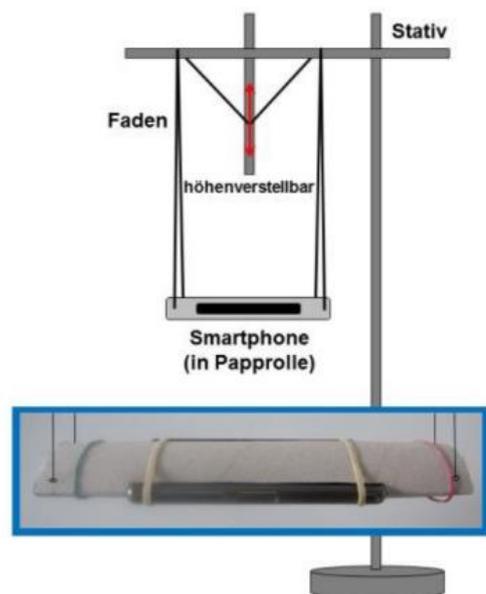


Bild 2: gebastelte Aufhängung - eine Schaukel für das Smartphone<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Götze, Heinke, Riese, Stampfer, Kühlen: Smartphone-Experimente zu harmonischen Pendelschwingungen mit der App phyphox, Didaktik der Physik, Frühjahrstagung – Dresden 2017  
<http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/775/918>

### Variationsmöglichkeiten

Alternativ kann auch mit Hilfe der Schwingungsdauer die Pendellänge berechnet werden:

$$l = \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot g$$

Es können ähnliche Versuche zum Thema Federschwinger durchgeführt werden.

Zur App phyphox gibt es umfangreiches Anleitungsmaterial und Videos im Internet.

### Weiterführende Links zu Variante 1)

Fadenpendel: <https://phyphox.org/de/experiment/fadenpendel/>  
[https://www.youtube.com/watch?v=g3\\_m1JW1ttQ](https://www.youtube.com/watch?v=g3_m1JW1ttQ)  
<https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/versuche/fadenpendel-smartphone-experiment-mit-phyphox>  
<https://blogs.hu-berlin.de/didaktikdigital/tag/fadenpendel/>

Federschwinger: [https://www.youtube.com/watch?v=IJ\\_x9GJ3UPw](https://www.youtube.com/watch?v=IJ_x9GJ3UPw)

### **Variante 2) Videoanalyse des Standardexperiments**

Die kostenpflichtige App eXperilyser führt eine Videoanalyse am klassischen Fadenpendel durch und zeigt das zugehörige  $y(t)$ -Diagramm der Schwingung an (Bild 3).

Daraus lesen die Lernenden die Schwingungsdauer ab. Hierfür wird zusätzlich zum Aufgabenblatt im Material eine Anleitung bereitgestellt, die das Vorgehen vom Starten der App bis zum Ablesen der Schwingungsdauer  $T$  im Diagramm Schritt für Schritt begleiten kann.



Bild 3: Videoanalyse mit eXperilyser-App von Cornelsen Experimenta

### Mögliche Probleme der Umsetzung

Die Diagramme sind bei falscher Einstellung sehr ungenau. Dies verfälscht die Messwerte.

### Weiterführender Link zu Variante 2)

[https://cornelsen-experimenta.de/konzepte/digitales\\_lernen/Konzept-experilyser](https://cornelsen-experimenta.de/konzepte/digitales_lernen/Konzept-experilyser)

#### 4. Quellenverzeichnis

| Seite   | Name der Quelle  | Ursprung (Link oder Werk)   |
|---|--|---|
| Bild 1  | RWTH Aachen<br>Templergraben 55<br>52056 Aachen  | <a href="https://i.ytimg.com/vi/q3_m1JW1ttQ/maxresdefault.jpg">https://i.ytimg.com/vi/q3_m1JW1ttQ/maxresdefault.jpg</a>   |
| Bild 2  | Bildergebnis für Phyphox<br>Fadenpendel<br>Didaktik der Physik - Beiträge zur<br>DPG-Frühjahrstagung - Jahresband  | <a href="https://images.app.goo.gl/9zRnKZxWxCdz9Dx79">https://images.app.goo.gl/9zRnKZxWxCdz9Dx79</a>   |
| Bild 3  | Nicolas Domann,<br>Cornelsen Experimenta GmbH<br>Holzhauser Straße 76<br>13509 Berlin  | <a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcQHLxO6tbha0BxNJFXHQm44IzTTdGWT-0sDCipriA-ouJc8DHwR&amp;usqp=CAU">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcQHLxO6tbha0BxNJFXHQm44IzTTdGWT-0sDCipriA-ouJc8DHwR&amp;usqp=CAU</a> |
| Literatur:  | <i>Götze, Heinke, Riese, Stampfer, Kuhlen: Smartphone-Experimente zu harmonischen Pendelschwingungen mit der App phyphox, Didaktik der Physik, Frühjahrstagung – Dresden 2017)</i> | <a href="http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/775/918">http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/775/918</a>   |
|   | <i>Nikolas Denk, Humboldt- Universität Berlin (30.01.2018)</i>   | <a href="https://blogs.hu-berlin.de/didaktikdigital/tag/fadenpendel/">https://blogs.hu-berlin.de/didaktikdigital/tag/fadenpendel/</a>   |
|   | <i>Joachim Herz-Stiftung</i>   | <a href="https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/versuche/fadenpendel-smartphone-experiment-mit-phyphox">https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/versuche/fadenpendel-smartphone-experiment-mit-phyphox</a>         |
| Aufgabenblatt phyphox -Symbol                     |  | <a href="https://phyphox.org/icon/">https://phyphox.org/icon/</a>   |
| Aufgabenblatt<br>Bild<br>pendelndes<br>Smartphone | <i>Eigene Darstellung unter Verwendung eines screenshots der phyphox-App</i>   | <a href="https://phyphox.org/de/home-de/">https://phyphox.org/de/home-de/</a>   |
| <i>Anleitung Halterung</i>                        | <i>Eigene Darstellungen unter Verwendung eines screenshots der phyphox-App</i>   |   |
| Aufgabenblatt<br>eXperilyser                      | 2 Screenshots aus der App  | <a href="https://cornelsen-experimenta.de/konzepte/digitales_lernen/Konzept-experilyser">https://cornelsen-experimenta.de/konzepte/digitales_lernen/Konzept-experilyser</a>   |
| <i>Anleitung eXperilyser-App</i>                  | <i>Symbole und Screenshots aus der App</i>   |   |