

Dieses Dokument wurde im Rahmen des Erasmus+ -Projekts
"Developing Digital Physics Laboratory Work for Distance Learning"
(DigiPhysLab) erstellt. Mehr Infos: www.jyu.fi/digiphyslab

Vertikales Feder-Masse-System

Version für Lehrende

6.2.2023



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Vertikales Feder-Masse-System – Version für Lehrende

Überblick

- Thema: Oszillation, Grapheninterpretation, experimenteller Prozess
- Zielgruppe: Physik- und Nicht-Physikstudierende im 1. Jahr, Gymnasiasten
- Zeitrahmen: 1h30min für die experimentelle Aufgabe mit der Vorbereitung, die die Studierenden zu Hause erledigen

In dieser Übung werden die Studierenden verschiedene Formen von Energien eines oszillierenden vertikalen Feder-Masse-Systems untersuchen. Mit der Videoanalyseapp *Tracker* bestimmen die Studierenden die verschiedenen Arten von Energie im System als Funktion der Zeit und analysieren die erhaltenen Graphen.

Benötigte Ausrüstung

- Smartphone mit Kamera
- USB-Kabel
- Computer mit einer Software zur Videoanalyse (z.B. *Tracker*)
- Federn mit bekannter Federkonstante
- Gewichte, um sie an einer Feder anzubringen
- Halterung für die Feder
- Lineal

Tracker - Videoanalyse-Software

Für diese experimentelle Aufgabe haben wir uns für *Tracker* entschieden. Es ist eine freie Software (<https://physlets.org/tracker/>), aber fühlen Sie sich frei, jede andere Videoanalyse-Software zu verwenden.

Anweisungen zur Verwendung von *Tracker*: <https://tracker.physlets.org/help/frameset.html>
Navigieren Sie auf der linken Seite zur Registerkarte *Erste Schritte* und *Installation*.

Während des Versuches und beim Testen der Software stürzte die App manchmal ab oder froh ein. Aus diesem Grund wird empfohlen, dass die Studierenden ihre Fortschritte bei technischen Schwierigkeiten oft speichern.

Vorbereitung vor dem Versuch

Es wird empfohlen, den Studierenden einfache Übungen vor dem Versuch zu geben, z. B. die kinetische Energie eines frei fallenden Balls mit *Tracker* darzustellen. Auf diese Weise können die Studierenden lernen, die Software zu Hause zu verwenden und das Experiment und die Datenanalyse schneller und sicherer durchzuführen.

Orientierungsfragen während des Experiments

Empfohlene Fragen, die den Studierenden während des Versuchs gestellt werden sollten:

- In der Formel für die Federkraft gibt es ein negatives Vorzeichen. Wofür steht es? Warum gibt es kein negatives Vorzeichen in der Formel für Spannenergie?
- Hinweis an die Studierenden, dass es hilfreich ist, Skizzen des Problems zu zeichnen.
- Wie haben Sie Ihre vorhergesagten Energie-Zeit-Diagramme gezeichnet?
- Wo werden Sie den Messstab (Lineal) für die Kalibrierung platzieren und warum?
- Wirkt sich die Stabilität der Kamera auf die experimentellen Daten aus?
- Warum schwingen wir das System mit kleinen Amplituden?
- Wie haben Sie ausgewählt, welcher Teil des Objekts in *Tracker* verfolgt werden soll?
- Warum hat die kinetische Energie ihr Minimum und Maximum doppelt so oft wie die Höhenenergie und die Spannenergie?
- Waren Ihre Prognosen im Einklang mit dem Ergebnis?
- Wie erklären Sie die Grafik der gesamten mechanischen Energie? Warum ist es nicht konstant? Was sind die möglichen Fehlerursachen?

Testen der Ausrüstung

Die Studierenden sollten die Aufgabenanweisungen zur Durchführung des Experiments sorgfältig lesen und versuchen, das Experiment einige Male durchzuführen, bevor sie Videomaterial aufnehmen, welches sie analysieren werden. Die Kursleitung sollte überprüfen, ob das Videomaterial für die Datenanalyse geeignet ist, andernfalls sollten die Studierenden das Experiment erneut durchführen.

Datensammlung

Probleme, die die Studierenden bei der Aufnahme des Filmmaterials für die Datenanalyse hatten:

- Aufzeichnung des Experiments mit dem Smartphone in der Hand
- Oszillieren der Masse in allen drei Dimensionen
- Die große Amplitude der Oszillation

Besprechen Sie mit ihnen, wie sich jeder der oben genannten Punkte auf die resultierenden Energien des Systems auswirkt.

Einige Videodateien waren zu groß, um per E-Mail an einen Computer gesendet zu werden. Halten Sie ein paar USB-Kabel bereit, damit die Studierenden das Videomaterial auf den Computer übertragen können.

Datenanalyse und -darstellung

Die Studierenden erhielten eine Anleitung zur Verwendung von *Tracker*. Schritte, die die Studierenden machen müssen, um Diagramme in *Tracker* zu erhalten: Kalibrieren der Skala, Platzieren des Koordinatensystems, Verfolgen des Objekts, Eingeben von Parametern und Eingeben von Formeln. *Tracker* berechnet die Geschwindigkeit des Objekts basierend auf der Position der Punktmasse in jedem Frame. Die Energie-Zeit-Diagramme (Abb. 1.) werden mit den Studierenden diskutiert.

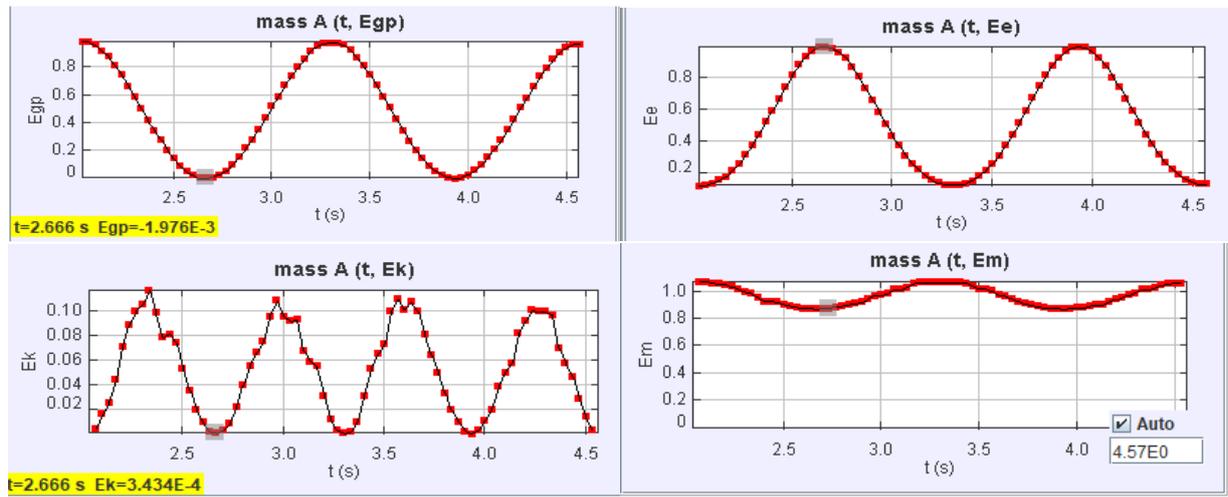


Abbildung 1: Beispiel für Energie-Zeit-Diagramme, die Studierende in Tracker erstellt haben

Bericht erstellen

Die Studierenden beantworten Fragen aus den Aufgabenanweisungen und senden die Word/PDF-Datei an den Kursleiter. Weisen Sie die Studierenden darauf hin, alle Grafiken, Tabellen und Erklärungen an die von ihnen gesendete Datei anzuhängen.

Es wird empfohlen, den Studierenden Fragen zu stellen, nachdem sie die experimentelle Aufgabe abgeschlossen haben. Fragen Sie die Studierenden, wie sie das Experiment durchgeführt haben und was sie berücksichtigen mussten.

Aus unserem Labor

Die Studierenden waren sehr zufrieden, dass sie während des Versuchs ihre Smartphones und Computersoftware benutzen mussten. Die Analyse der Daten war anders als üblich, und die Studierenden reagierten gut auf die experimentelle Aufgabe. Der Einsatz digitaler Technologien wirkte sich positiv auf das Engagement der Studierenden in dem Experiment aus.

Die Studierenden wollten keine falsche Antwort geben, wenn sie gebeten wurden, ihre Vorhersage von Energie-Zeit-Grafiken zu zeichnen weshalb sie die Antworten im Internet suchten. Ermutigen Sie die Studierenden, ihre eigenen Vorhersagen zu treffen. Auf diese Weise wird die Diskussion, wenn Studierende Diagramme in der Software zeichnen, aussagekräftiger.

Die Studierenden lesen die Aufgabenanweisungen in der Regel nicht sorgfältig durch. Dies führt zu Videomaterial, welches keine aussagekräftigen experimentellen Daten liefert.

Mögliche Änderungen

Jede Gruppe formuliert ihre Hypothesen und testet die Hypothesen. Wie hängt z.B. die Periode der Oszillationen von der Länge der Feder ab? Wie hängt die Amplitude von der Masse des Objekts ab? Wie hängt die kinetische Energie von der Amplitude ab?, ... Jede Gruppe kann ihre Ergebnisse mündlich präsentieren oder einen Bericht schreiben.

Im Falle eines Fernunterrichtsszenarios können die Lehrenden das Experiment aufzeichnen und Videomaterial an die Studierenden senden. Die Lehrenden können gute und schlechte Beispiele des Experiments aufnehmen (große Amplitude, "wilde" Schwingungen in drei Dimensionen, verwackeltes Filmmaterial, ...) und die Studierenden das Filmmaterial auswählen lassen, welches sie analysieren möchten, und sie erklären lassen, warum sie dieses Filmmaterial für die Datenanalyse verwendet haben.