

Ovaj dokument nastao je u sklopu Erasmus+ projekta “Developing Digital Physics Laboratory Work for Distance Learning” (DigiPhysLab).

Više informacija: www.jyu.fi/digiphyslab

Titranje

Verzija za nastavnike

6.2.2023



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



Ovo djelo licencirano je pod [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Titranje – verzija za nastavnike

Pregled vježbe

- Tema: titranje, interpretacija grafova, eksperimentalni proces
- Ciljna skupina: studenti 1. godine fizike i nefizike, srednjoškolci
- Vremenski okvir: 1h i 30min za laboratorijsku vježbu s tim da studenti trebaju samostalno proći kroz pripremu za vježbu prije dolaska na praktikum.

U ovoj vježbi studenti će proučavati različite oblike energije sustava opruge i mase koja na njoj vertikalno titra. Koristeći *Tracker*, studenti će odrediti ovisnost različitih vrsta energije u sustavu o vremenu i analizirati dobivene grafikone.

Potrebna oprema

- Pametni telefon s kamerom
- USB kabeli
- Računalo sa softverom za video analizu (npr. *Tracker*)
- Elastična opruga s poznatom konstantom elastičnosti
- Utezi
- Stalak za oprugu
- Ravnalo

Tracker - softver za video analizu

Mi smo odabrali *Tracker* za provođenje ove vježbe. To je besplatan softver za video analizu (<https://physlets.org/tracker/>), ali Vi slobodno koristite bilo koji drugi softver.

Upute za korištenje *Tracker-a*: <https://tracker.physlets.org/help/frameset.html>

Tijekom provođenja vježbe i testiranja softvera ponekad je dolazilo je do zamrzavanja i rušenja *Tracker-a*. Zbog toga se preporučuje da studenti često spremaju svoju analizu u slučaju tehničkih poteškoća.

Priprema prije laboratorija

Preporučuje se da studenti samostalno riješe jednostavnu pripremnu vježbu prije dolaska na laboratorijsku vježbu. Primjer takve jednostavne vježbe je pomoću *Tracker-a* nacrtati graf kinetičke energije u vremenu za loptu koja slobodno pada. Na taj se način studenti upoznaju s radom softvera kod kuće pa eksperiment i analiza podataka na nastavi traju kraće.

Orijentacijska pitanja tijekom eksperimenta

Preporučena pitanja koja treba postaviti studentima tijekom provođenja vježbe:

- U formuli za elastičnu silu postoji negativan znak. Što on predstavlja? Zašto u formuli za elastičnu potencijalnu energiju nema negativnog znaka?
- Podsjetite studente da je korisno crtati skice problema.
- Kako ste nacrtali predviđene grafikone $E - t$?
- Gdje ćete postaviti predmet (ravvalo) za kalibraciju duljine i zašto?
- Utječe li stabilnost video snimaka na eksperimentalne podatke?
- Zašto želimo da sustav titra malim amplitudama?
- Kako ste odabrali koji dio objekta želite pratiti u *Trackeru*?
- Zašto kinetička energija ima svoj minimum i maksimum dvostruko češće od gravitacijske i elastične potencijalne energije?
- Jesu li vaša predviđanja u skladu s rezultatom?
- Kako objašnjavate graf ukupne mehaničke energije? Zašto nije konstantna? Koji su potencijalni uzroci pogreške?

Testiranje opreme

Studenti bi trebali pažljivo pročitati upute o tome kako izvesti eksperiment i pokušati provesti eksperiment nekoliko puta prije snimanja video snimka kojeg će analizirati. Nastavnici bi trebali provjeriti je li video snimka prigodna za analizu podataka i uputiti studente da ponove eksperiment ukoliko je to potrebno.

Prikupljanje podataka

Problemi koje su studenti imali tijekom snimanja videa za analizu podataka:

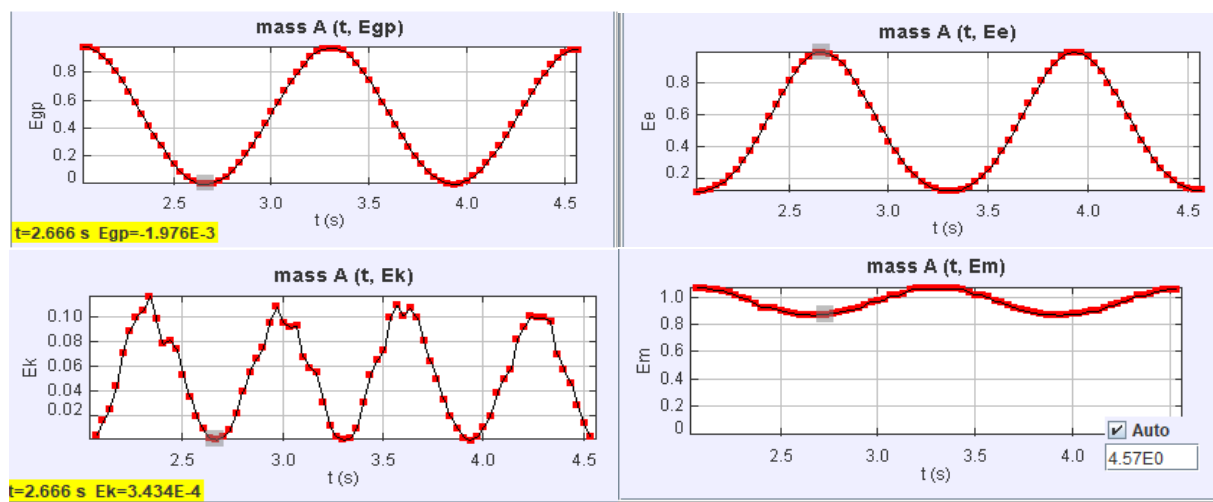
- Držanje telefona u ruci tijekom snimanja eksperimenta bez oslonca ili držača
- Titranje mase u sve tri dimenzije
- Velika amplituda oscilacija

Razgovarajte s njima kako svaka od gore navedenih točaka utječe na rezultate koje će dobiti o energijama u sustavu.

Neke su videodatoteke bile prevelike da bi se poslale na računalo putem e-pošte. Pri ruci imajte nekoliko USB kabela kako bi studenti mogli prenijeti video snimke na računalo.

Analiza i prikaz podataka

Studentima su dane upute o tome kako koristiti *Tracker*. Koraci koje studenti moraju napraviti kako bi dobili grafikone u *Trackeru*: kalibriranje ljestvice, postavljanje koordinatnog sustava, praćenje objekta, unos parametara i unos formula. *Tracker* računa brzinu objekta na temelju položaja točkaste mase u svakom okviru. Sa studentima se raspravlja o grafovima energije u vremenu koje dobiju u *Trackeru* (sl. 1.).



Slika 1: Primjer grafova energije u vremenu koje su studenti izradili u *Trackeru*

Izvještaj

Studenti odgovaraju na pitanja iz vježbe i šalju word/PDF datoteku nastavniku na pregled. Podsjetite studente da prilože sve grafove, tablice i objašnjenja u datoteci koju šalju.

Studentima je dobro postaviti nekoliko pitanja nakon što završe vježbu. Pitajte ih kako su proveli eksperiment i na što su morali paziti tijekom provođenja.

Iz našeg laboratorija

Studenti su bili prilično sretni što mogu koristiti svoje mobitele i softver za video analizu tijekom laboratorija. Analiza podataka bila je drugačija nego što su navikli i studenti su dobro reagirali na vježbu. Korištenje digitalne tehnologije pozitivno je utjecalo na angažman studenata.

Studenti nisu željeli dati pogrešan odgovor kada su trebali predvidjeti $E - t$ graf pa su tražili odgovore na internetu. Potaknite studente da zaista zapišu svoja predviđanja bez obzira što nisu sigurni je su li ona točna. Na taj će način rasprava nakon što studenti nacrtaju grafove u softveru biti smislenija.

Studenti često ne čitaju pažljivo upute u vježbi. To rezultira video snimkama koje neće dati smislene eksperimentalne podatke.

Moguće izmjene vježbe

Svaka skupina studenata formulira svoje hipoteze i testira ih. Npr.: Kako period titranja ovisi o duljini opruge? Kako amplituda titranja ovisi o masi objekta? Kako kinetička energija ovisi o amplitudi? ... Svaka skupina može usmeno predstaviti svoje rezultate i zaključke ili napisati izvještaj.

U slučaju scenarija učenja na daljinu, nastavnici mogu snimiti eksperiment i poslati video snimke studentima. Nastavnici mogu snimiti dobre i loše (velika amplituda titranja, titranje u tri dimenzije, nestabilne snimke, ...) primjere eksperimenta i dati studentima da odaberu snimku koju žele analizirati i objasne zašto nisu koristili druge snimke za analizu podataka.