

Državno natjecanje iz fizike
12. do 15. svibnja 2026., Vodice
EKSPERIMENTALNI ZADATAK

3. skupina

Rattleback ili keltski kamen jest kruto tijelo nepravilnog oblika koje pri vrtnji na vodoravnoj podlozi pokazuje različito ponašanje ovisno o smjeru vrtnje.

Prije rješavanja zadataka upoznajte se s njegovim gibanjem.

Postavite *rattleback* na vodoravnu plastičnu podlogu. Uхватite ga u srednjem dijelu palcem i kažiprstom te ga zakrenite tako da se zavrti. Promatrajte njegovo gibanje, a zatim ponovite postupak u suprotnom smjeru vrtnje.

Pokušajte ga pokrenuti i laganim potiskivanjem prstom na jednom od njegovih krajeva ili blagim pritiskom na kraj. Obratite pozornost na smjer u kojemu se pritom počinje vrtjeti.

Ponovite pokretanje *rattlebacka* i na stolu.

Pribor: Drvena letva s kukicama, 2 plastična krokodilska stegača, drvena letva, konac, škare, samoljepljivi jastučići ili selotejp, plastični pladanj, plastični *rattleback*, kutomjer, olovka i/ili flomaster, mjerna traka, vaga, zaporni sat, čaša s vodom, papirnati ubrus, nekoliko drvenih šibica za označavanje položaja *rattlebacka*, plastična žlica bez drške.

1. zadatak

a) Opiši ponašanje *rattlebacka* pri vrtnji u oba smjera.

2 boda

b) Tijekom gibanja *rattleback* može izvoditi više različitih vrsta gibanja.

3 boda

Na temelju opažanja

- opiši uočena gibanja
- izdvoji tri međusobno okomite osi oko kojih se *rattleback* može gibati i prikaži ih skicom
- za svaku os navedi kakvo gibanje oko nje nastaje.

c) Koja je od tih osi približno vertikalna tijekom vrtnje *rattlebacka*?

1 bod

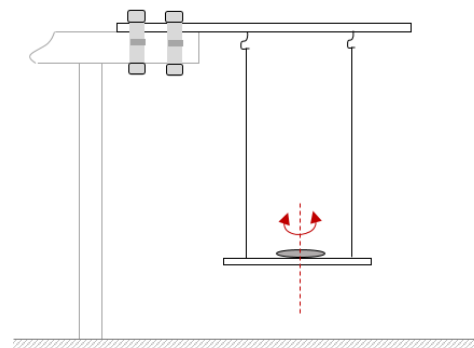
2. zadatak

Osnova eksperimentalnog postava prikazana je na slici:

Rattleback treba postaviti u učvrstiti tako da se njegov centar mase nalazi na osi rotacije.

Za male kutove zakreta za period titranja bifilarnog njihala T dan je izrazom:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{4Il}{mgd^2}},$$



gdje je I moment tromosti ovješeneog sustava oko osi titranja, m masa ovješeneog sustava, l duljina niti, d razmak između niti, g ubrzanje slobodnog pada ($9,81 \text{ ms}^{-2}$).

a) Opiši eksperimentalni postupak kojim pomoću bifilarnog njihala možeš odrediti moment tromosti *rattlebacka* oko dviju od triju osi koje si opisao u 1. zadatku.

3 boda

- b) Obrazloži koje si dvije osi odabrao/la za mjerenje. Što možeš zaključiti o preostaloj trećoj osi? **2 boda**
- c) Skicom prikaži položaje *rattlebacka* na letvici za oba mjerenja. Na svakoj skici označi odabranu os, os titranja sustava i položaj centra mase *rattlebacka*. **2 boda**
- d) Provedi mjerenja potrebna za realizaciju predloženog postupka. Mjerenja prikaži tablično. **2 boda**
- e) Obradi rezultate i odredi momente tromosti *rattlebacka*. **3 boda**
- f) Usporedi dobivene momente tromosti *rattlebacka* i komentiraj što ta razlika govori o raspodjeli mase *rattlebacka*. **1 bod**
- g) Procijeni nesigurnost rezultata i navedi najmanje četiri glavna izvora pogreške. **1 bod**

3. zadatak

- a) *Rattleback* postavljen na plastičnu podlogu, zavrti u smjeru u kojem dolazi do promjene smjera vrtnje.

Napravi tri serije mjerenja:

- vremena trajanja povratne vrtnje,
- kuta povratne vrtnje.

Povratnom vrtnjom smatra se vrtnja nakon što se *rattleback* zaustavi i počne vrtjeti u suprotnom smjeru, sve do konačnog zaustavljanja. Povratni kut je kut za koji se *rattleback* zakrene tijekom povratne vrtnje.

Kut procijeni s točnošću od približno 5° .

Zasebno napravi tri serije mjerenja ukupnog trajanja gibanja *rattlebacka*, od početka vrtnje do konačnog zaustavljanja.

Iz dobivenih mjerenja procijeni vrijeme od početka gibanja do trenutka kada se *rattleback* prvi put zaustavi i počne mijenjati smjer vrtnje.

Procijeni omjer trajanja povratne vrtnje i vremena do promjene smjera.

Usporedi dobivena vremena i kutove te komentiraj kako se gibanje mijenja tijekom vremena.

Promijeni uvjete trenja između *rattlebacka* i podloge te usporedi rezultate. **3 boda**

- b) Na temelju mjerenja opiši kako se tijekom gibanja mijenja energija sustava te objasni ulogu trenja. **2 boda**

- c) Koristeći se rezultatima iz 1. i 2. zadatka objasni:

- zašto se pri vrtnji u jednom smjeru jače pobuđuje njihanje nego pri vrtnji u suprotnom smjeru,
- zašto dolazi do promjene smjera vrtnje *rattlebacka*. **2 boda**

- d) Pomoću samoljepljivih jastučića modificiraj plastičnu žlicu bez drške tako da pri vrtnji pokazuje promjenu smjera vrtnje (kontrarotaciju).

- Realiziraj barem dva različita rasporeda dodane mase.
- Za svaki raspored isprobaj oba početna smjera vrtnje.
- Opažanjem i jednostavnim mjerenjima procijeni izraženost kontrarotacije. Pritom možeš koristiti, primjerice, povratni kut, trajanje povratne vrtnje ili omjer $\omega = \frac{\varphi}{t}$, gdje je φ povratni kut, a t vrijeme trajanja povratne vrtnje.
- Skiciraj rasporede dodane mase.
- Usporedi rezultate i raspravi kako položaj, raspodjela i ukupni iznos dodane mase utječu na pojavu kontrarotacije.
- Objasni zašto neki rasporedi mase mogu dovesti do izraženije kontrarotacije za jedan početni smjer vrtnje nego za suprotni smjer vrtnje. **3 boda**