

# Državno natjecanje iz fizike

19. i 20. studeni 2020.

## EKSPERIMENTALNI ZADATAK

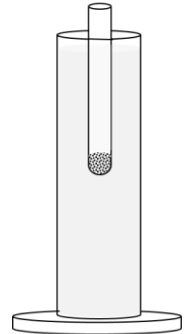
### 3. skupina

**Pribor:** Menzura 1000 mL (ili veća posuda), epruveta promjera 18 mm, digitalna vaga, zaporni sat, ravnalo duljine 30 cm, olovna sačma u plastičnoj čaši, milimetarski papir (2 arka), boca sa običnom vodovodnom vodom (1,5 L), spajalice za papir (20 komada), gumice za domaćinstvo (nekoliko komada), flomaster, selotejp, škare za papir, plastična čaša, papirnati ubrusi ili salvete.

**Prvo pročitajte zadatak, a onda započnite sa rješavanjem!**

#### Upute:

Menzuru napunite vodom do visine 3 do 4 cm ispod njezinog gornjeg ruba. U epruvetu promjera 18 mm stavite nešto olovne sačme. Sačme treba biti toliko da epruveta sa sačmom nakon uranjanja u vodu u menzuri ostane uspravno plivati. Neka epruveta izranja do otprilike 3 cm iznad razine vode i neka pliva stabilno. Poznata je gustoća vode  $1000 \text{ kgm}^{-3}$  i akceleracija sile teže  $9,81 \text{ ms}^{-2}$ .



#### Zadaci:

- 1) Epruveta početno miruje na površini vode. Radi pojednostavljenja, pretpostavite cilindrični oblik epruvete. *Što sve djeluje na sustav epruveta-opterećenje? Skicirajte i imenujte sile kojima se na dani sustav djeluje.*
- 2) Ako epruvetu sa sačmom malo potisnemo prema dolje ili povučemo prema gore i pustimo, epruveta i sačma titraju oko ravnotežnog položaja.

Unatoč gušenju, pretpostavka je da se radi o harmonijskom titranju.

**Istražite kako period titranja ovisi o masi sustava epruveta-opterećenje.**

Prvo mjerenje izvedite za već postavljeni sustav. Mjerenje perioda izvedite mjerenjem vremena 3 do 5 titraja. Izvedite ukupno 5 mjerenja za dani sustav epruveta-sačma. Procijenite točnost mjerenja.

Izvedite još 4 serije mjerenja za različita opterećenja. Dodavanjem spajalica povećavajte opterećenje. Svaki puta povećajte masu tako da na postojeću olovnu sačmu dodate na primjer po 2 spajalice. Svako od ovih mjerenja ponovite tri puta. Za daljnju obradu uzmite srednju vrijednost svake serije mjerenja. Sva potrebna mjerenja prikažite tablično.

*Kako ste odredili masu 1 spajalice?*

**Nacrtajte grafički prikaz ovisnosti  $T^2$  - m**, (kvadrata perioda o masi sustava). Graf nacrtajte na milimetarskom papiru! *O kakvom grafičkom prikazu se radi? Može li se na osnovu grafičkog prikaza zaključiti da se radi o harmonijskom titranju?*

- 3) Zanemarite učinak gušenja titranja sustava epruveta-sačma koja pluta na vodi. Na osnovu analogije sa poznatim titrajnim sustavima (harmonijski oscilator), odgovorite na pitanja:

- a) *Koja sila ima ulogu povratne sile?*
- b) *Izvedite matematički izraz za povratnu silu.*
- c) *Napišite izraz prema kojem možete odrediti period sustava izraženo preko parametara sustava. Koji su parametri sustava o kojima ovisi vlastiti period titranja i kako period o njima ovisi?*

Izračunajte period prema podacima iz 2. zadatka za sustav epruveta sačma. Usporedite ovu teorijsku vrijednost sa izmjerenim periodom iz 2. zadatka. Uzmite srednju vrijednost prve serije mjerenja. Koliko je odstupanje teorijskog i eksperimentalnog rezultata?

- d) *Pokažite da se za dani sustav radi o harmonijskom titranju. Koji uvjeti moraju biti ispunjeni da bi titranje bilo harmonijsko?*

- 4) Za sustav epruveta-sačma (bez dodatnog opterećenja spajalicama) istražite **ovisi li period titranja o početnoj amplitudi** (u  $t=0s$ ). Izvedite mjerenja za 5 različitih početnih amplituda. Mjerenja prikažite tablično. Procijenite točnost mjerenja.
- 5) Odredite **akceleraciju sile teže** na osnovu mjerenja perioda titranja sustava epruveta-sačma koja pliva na vodi, no bez izravnog mjerenja i određivanja mase sustava. Izvedite matematički izraz prema kojemu ćete na osnovu svojih mjerenja izračunati akceleraciju sile teže. Imenujte sve veličine u zapisu. Izvedite niz od 5 mjerenja u kojem varirate potrebne veličine. Mjerenja prikažite tablično. Zapišite rezultat mjerenja u propisanom obliku, uzimajući u obzir procjenu točnosti mjerenja. Koliko je odstupanje vašeg mjerenja od teorijske vrijednosti akceleracije sile teže,  $9,81 \text{ ms}^{-2}$ ?
- 6) Realno gušenje postoji. U nastavku razmotrite smanjenje amplituda titranja za vrijeme do 5 perioda titranja. Pretpostavlja se da su oscilacije harmonijske.

*Zašto je amplituda titranja sve manja?*

Istražite eksperimentalno opada li amplituda s vremenom pravilno.

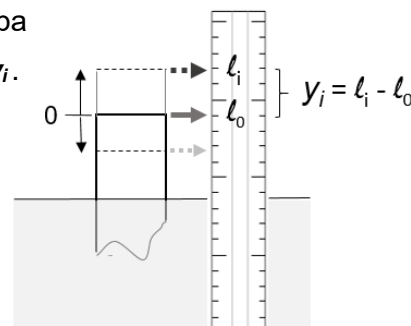
*Uputa:* očitajte na ravnalu položaj gornjeg ruba epruvete kad je u ravnotežnom položaju. Povucite epruvetu 1 do 2 cm prema gore, očitajte položaj gornjeg ruba i pustite sustav epruveta-sačma titrati.

S obzirom da se titranje odvija relativno brzo neće biti moguće odjednom odrediti sve amplitude i istovremeno mjeriti vrijeme potrebno za 5 potpuna titraja. Prvo izmjerite potrebno vrijeme za 5 potpuna titraja.

Početna amplituda neka je u svim mjerenjima ista! Možete više puta ponoviti mjerenja i zapisivati u tablicu amplitude koje nisu očitane u prethodnim mjerenjima.

Prema skici i tablici sa  $l_i$  su označeni položaji gornjeg ruba epruvete očitane na ravnalu, a amplitude su označene sa  $y_i$ .

$i$	$l_i / \text{cm}$	$y_i / \text{cm}$	$t / \text{s}$
0			0
1			
2			



Prema podacima iz tablice nacrtajte grafički prikaz ovisnosti amplituda o vremenu titranja. Graf nacrtajte na milimetarskom papiru.

Prepišite u novu tablicu redom vrijednosti amplituda iz pozitivnog dijela grafičkog prikaza. **Istražite zakonitost po kojoj se amplitude u vremenu smanjuju.** Što možete zaključiti? Procijenite kolika je točnost mjerenja. Može li se uzeti da su titranja kvaziperiodična? Obrazložite!

Spojite vrhove amplituda na svojem grafu ovisnosti amplituda o vremenu titranja. Dobivena je određena krivulja. O kakvoj se krivulji rad?

Napišite matematički izraz prema kojem bi opisali dobivenu krivulju.

Napišite i jednadžbu prema kojoj bi za dani slučaj mogli opisati *ovisnost elongacije titranja o vremenu*.

- 7) Navedite barem četiri moguća uzroka koja u uvjetuju točnost vaših mjerenja!