

Državno natjecanje iz fizike 2025./2026.

Vodice, 12. – 15. svibnja 2026.

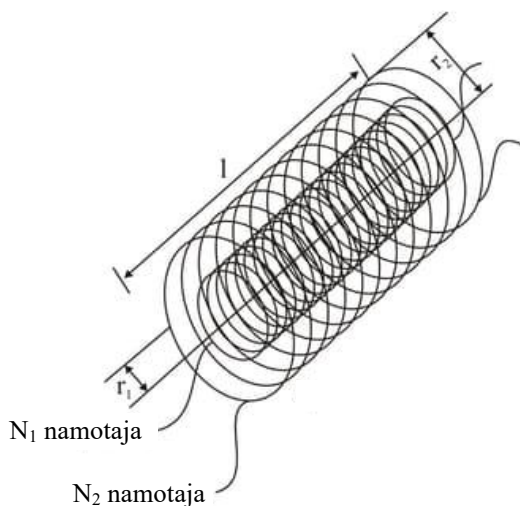
Srednje škole – 3. skupina

VAŽNO: Tijekom ispita učenici ne smiju imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule i dr.). Za pisanje treba se koristiti kemijskom olovkom ili nalivperom. Učenici pri ruci ne smiju imati mobitel ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

1. zadatak (16 bodova)

Dva idealna solenoida duljine 2 metra nalaze se koncentrično jedan u drugome (koaksijalno – vidi sliku). Vanjski je solenoid polumjera 10 cm i sastoji se od 400 namotaja po metru duljine. Unutarnji je solenoid polumjera 5 cm i sastoji se od 600 namotaja po metru duljine. Dva solenoida spojena su serijski. Zanimajte rubne efekte i magnetsko polje izvan solenoida.

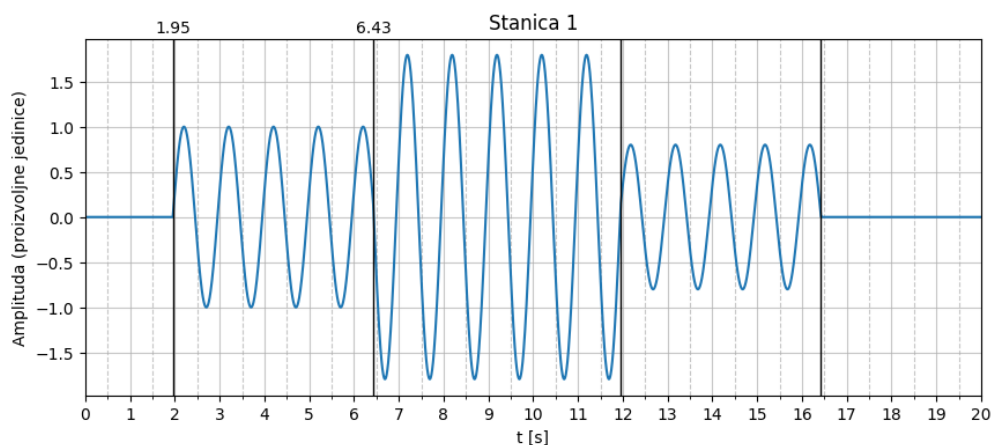
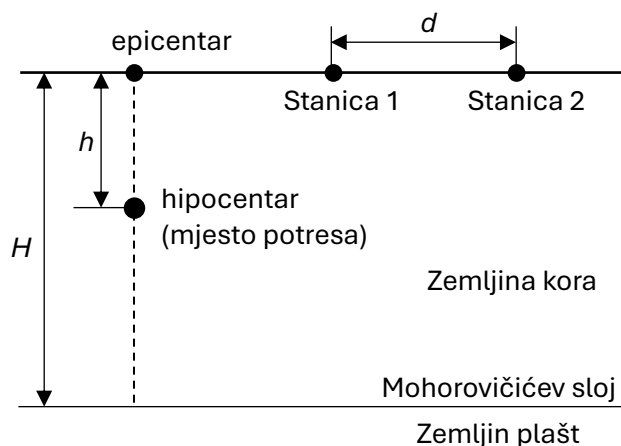
- Odredite induktivitet svakog solenoida pojedinačno.
- Odredite ukupni induktivitet dvaju solenoida ako se magnetski tokovi međusobno pojačavaju.
- Ako kroz solenoide teče struja 10 A, odredite inducirani elektromotorni napon na krajevima dvaju serijski spojenih koaksijalnih solenoida ako je struja prestala teći nakon 10 ms pri isključenju sklopke. Struja se pri tome linearno smanjuje. Struja u oba solenoida teče u istom smjeru.

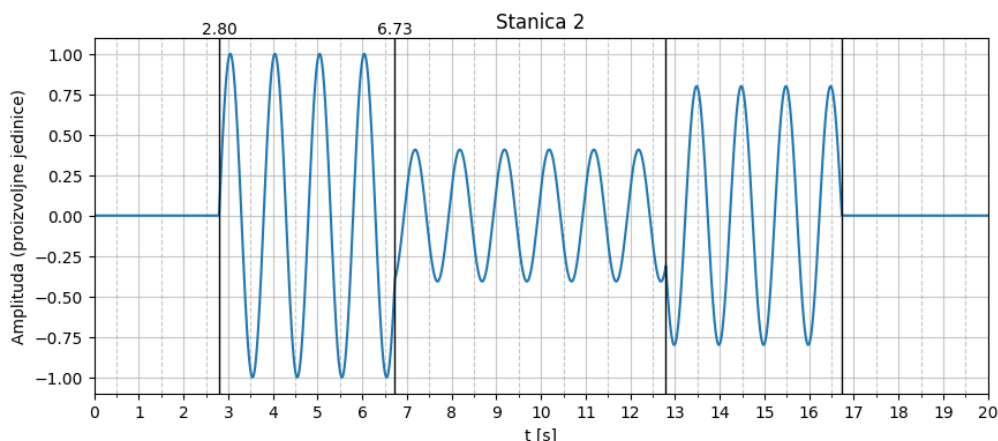


2. zadatak (19 bodova)

Geofizičari seizmolozi opazili su potresne valove u seizmološkim stanicama 1 i 2 (vidi slike) uzrokovane potresom na nepoznatoj dubini h s obzirom na površinu Zemlje. Pretpostavite da je potres nastao u jednoj točki (hipocentar) u unutrašnjosti Zemlje i da se širi u svim smjerovima u obliku ravnih harmonijskih potresnih valova. Točka na površini Zemlje koja je najmanje udaljena od hipocentra (mjesto nastanka potresa) naziva se epicentar. Obje seizmološke stanice nalaze se na istom pravcu koji prolazi kroz epicentar. Međusobna udaljenost dviju seizmoloških stanica iznosi $d = 8$ km. Seizmolozi su izmjerili valnu duljinu potresnih valova od 8 km. Valovi se šire kroz Zemljinu koru homogene gustoće, bez gubitaka i prigušenja sve dok ne dosegnu površinu Zemlje. Na dnu kore nalazi se Mohorovičićev sloj, granica ispod koje se nalazi Zemljin plašt čija je gustoća mnogo veća od Zemljine kore. Mjerenja prikazana na slikama započinju u trenutku potresa ($t = 0$).

- Odredite dubinu h potresa, trajanje potresa i dubinu H Mohorovičićeva sloja.
- Odredite udaljenost seizmoloških postaja 1 i 2 od epicentra potresa.
- Odredite koliki je dio energije vala apsorbiran u Mohorovičićevu sloju pri refleksiji.





Napomena: Vertikalnim punim linijama označeni su trenutci promjene oblika vala na slikama, s pripadnim vremenima na vrhu grafova.

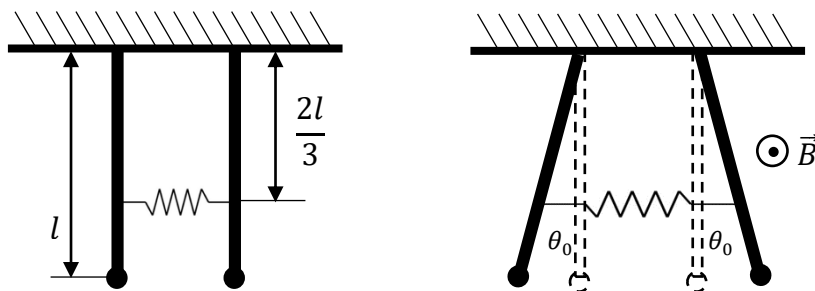
3. zadatak (19 bodova)

Dva jednaka vodljiva štapa duljine $l = 40$ cm i mase $m = 300$ g svaki, obješena su svaki na svoje ovjesište i međusobno spojeni vodljivom ravnom nerastegnutom oprugom koeficijenta elastičnosti $k = 90$ N/m. Krajevi opruge pričvršćeni su za štap na udaljenosti $2/3$ duljine štapa od ovjesišta. Na kraju svakog štapa pričvršćen je mali uteg zanemarivih dimenzija i mase $M = 500$ g.

- a) Odredite period njihanja štapova ako oba štapa istovremeno otklonimo za mali kut θ_0 od ravnotežnog položaja tako da rastegnemo oprugu u oba smjera (vidi sliku), te pustimo da titra. Zanemarite debljinu štapova i opruge, masu opruge i otpor zraka. Pretpostavite male otklone za koje vrijedi (kut θ mjeri se u radijanima):

$$\sin \theta \approx \theta; \quad \cos \theta \approx 1$$

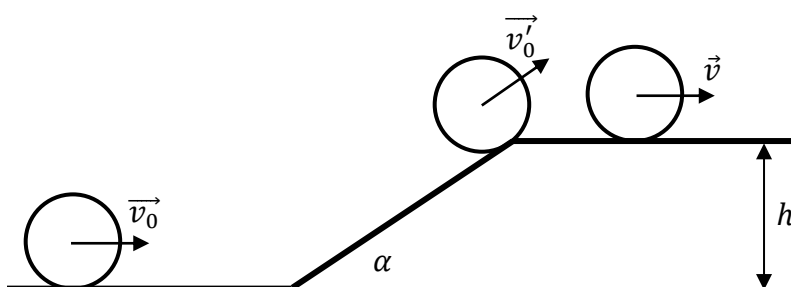
- b) Ako se ovakvo njihalo nalazi u magnetskom polju $B = 1$ T okomitom na ravninu njihala, a vrhove vodljivih štapova u ovjesištu spojimo horizontalnom vodljivom žicom, odredite najveću induciranu struju u štapu ako je ukupni otpor zatvorenog strujnog kruga 2Ω , a štapove smo maksimalno otklonili za $\theta_0 = 10^\circ$. Pretpostavite da je inducirana struja preslaba da utječe na gibanje sustava.



4. zadatak (16 bodova)

Homogeni puni valjak mase $m = 100 \text{ g}$ i radijusa $R = 20 \text{ cm}$ kotrlja se bez proklizavanja uz kosinu nagnutu za $\alpha = 30^\circ$ u odnosu na horizontalnu ravninu. Kosina je visoka $h = 50 \text{ cm}$ (vidi sliku).

- Koliko iznosi minimalna početna brzina v_0 koju valjak mora imati da bi se popeo do vrha kosine?
- Koliko iznosi maksimalna početna brzina v_0 koju valjak smije imati, a da još uvijek ne poskoči na vrhu kosine?
- Koliko iznosi maksimalna brzinu v'_0 koju valjak smije imati neposredno prije nego što se poravna s horizontalnom podlogom vrha kosine, a da još uvijek ne poskoči?



Fizikalne konstante:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} = 1.257 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$$

Moment tromosti štapa mase m , duljine l i zanemarive debljine pri rotaciji oko jednog od krajeva štapa:

$$I = \frac{1}{3} ml^2$$

Moment tromosti točke mase m pri rotaciji oko osi udaljene za r od mase:

$$I = mr^2$$

Moment tromosti homogenog punog valjka mase m i polumjera R pri rotaciji oko glavne (središnje) osi:

$$I = \frac{1}{2} mR^2$$