

## Školsko natjecanje iz fizike, 22. siječnja 2024. g.

### Osnovne škole – zadatci

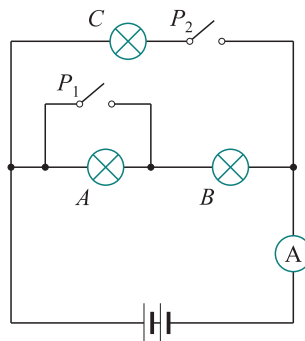
1. Čovjek mase 80 kg uspinje se stepeništem visine 15 m koje ima  $N$  stepenica jednakih visina. Ako se čovjek uspe za jednu stepenicu, gravitacijska potencijalna energija poveća mu se za 120 J.

a) Ako je snaga čovjeka pri penjanju 600 W, odredi ukupno vrijeme penjanja, visinu pojedine stepenice te ukupan broj stepenica.

b) Ako bi čovjek nosio torbu mase 10 kg sa sobom pri penjanju tim stepenicama, koliko bi iznosilo njegovo vrijeme penjanja kad bi njegova snaga uspinjanja i dalje bila 600 W?

Pretpostavi da je proces penjanja proces stopostotne korisnosti.

2. U strujni krug spojene su tri žaruljice,  $A$ ,  $B$  i  $C$ , te dva prekidača,  $P_1$  i  $P_2$ , kao što je prikazano na slici. Žaruljice  $A$  i  $B$  imaju međusobno jednak otpor koji iznosi  $15 \Omega$ . Ako su oba prekidača otvorena, jakost struje koju mjeri ampermetar iznosi 150 mA. Ako su oba prekidača zatvorena, jakost struje koju mjeri ampermetar iznosi 360 mA. Odredi otpor žaruljice  $C$ .



3. Kad se na oprugu konstante elastičnosti  $50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  ovjesi uteg težine 1 N, njezina duljina iznosi ukupno 16 cm. Ako bismo istom tom oprugom po horizontalnoj podlozi faktora trenja 0.5 stalnom brzinom vukli drvenu kocku mase 0.8 kg koliko bi u tome slučaju iznosila duljina te opruge?

4. Lana i Tina pronašle su čvrstu homogenu drvenu dasku duljine 4 metra u spremištu vrtića koji pohađaju. Dasku su balansirale na osloncu od jedne cigle, vrlo blizu tla, tako da je daska poduprta u svojem težištu. Kad je svaka od njih stala na sam kraj suprotnih dijelova daske, daska se nagnula na stranu na kojoj je Lana. Ravnotežni položaj pronašle su tek kad se Lana primakla osloncu za polovinu svoje početne udaljenosti od oslonca dok je Tina ostala na istome mjestu kao i maloprije. Kroz prozor ih je vidjela njihova mlada sestra Mila, mase 10 kilograma, koja se poželjela igrati s njima. Kako bi uravnotežile dasku dok sve tri stoje na njoj, Lana se primaknula osloncu tako da je njezina udaljenost od oslonca sada četvrtina početne udaljenosti od oslonca, a Mila je stala na dasku tako da je udaljena od Lane 1 metar. Tina se pritom nije pomicala. Odredi masu Lane i masu Tine!

5. Davor želi ugraditi bojler za grijanje tople vode na svojoj vikendici. Kupio je preko oglasa na internetu vrlo povoljan bojler zapremnine 300 litara, ali nepoznate snage. Nakon instalacije bojlera u kupaonicu napunio ga je vodom iz bunara temperature  $12^\circ\text{C}$ . Priključio je bojler na gradsku mrežu te se voda zagrijala na  $50^\circ\text{C}$  za 4.4 sata. Pretpostavimo li da pri grijanju nije bilo gubitaka topline na okolinu, koliko ga je ovo probno grijanje vode došlo ako je cijena jednoga kWh električne energije 7 centa? Kolika je snaga grijača u tome bojleru? Specifični toplinski kapacitet vode iznosi  $4200 \text{ J/kgK}$ , a njezina gustoća iznosi  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

**Napomena.** U svim zadacima, gdje je potrebno, uzmi  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

## Srednje škole – zadatci

### 1. skupina

1. Ana krene iz kuće prema školi u 13:35 sati. Udaljenost je od Anine kuće do škole je 800 metara. Ana hoda stalnom brzinom od 4 km/h. Kad je prešla pola puta od kuće do škole, Ana primijeti da je zaboravila knjigu iz matematike, pa se odluči vratiti kući. Ana hoda prema kući stalnom brzinom jednakoga iznosa. U kući se zadrži 5 minuta i zatim ponovno krene prema školi.

a) Hoće li Ana stići u školu do 14:00 sati ako nastavi hodati istom brzinom? Ako hoće, u koliko će sati stići u školu? Ako neće, kolikom brzinom treba hodati da stigne u školu u 14:00 sati (odgovor izrazi u jedinicama km/h)?

b) Nacrtaaj graf ovisnosti položaja Ane o vremenu od trenutka kad je prvi put izišla iz kuće do trenutka dolaska u školu. Anina kuća nalazi se u ishodištu koordinatnoga sustava.

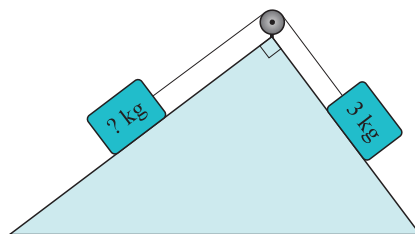
2. Dva plivača natječu se u plivanju na 200 m u bazenu duljine 25 m. Plivači skoče istodobno u bazen sa suprotnih strana bazena i plivaju različitim stalnim brzinama. Pretpostavite da se pri okretanju i promjeni smjera plivanja smjer brzine mijenja trenutačno, a iznos ostaje isti. Plivači se prvi put nakon početka utrke nađu na istome kraju bazena u trenutku kad je sporiji plivač preplivao polovicu ukupne duljine utrke.

a) Nacrtaaj položaje obaju plivača u ovisnosti o vremenu.

b) Izračunaj omjer brzina plivanja plivača.

c) Izračunaj udaljenost dvaju plivača u trenutku kad brži plivač završi utrku.

3. Trostrana prizma postavljena je kao na slici. Baza prizme je pravokutni je trokut duljine kateta 90 cm i 120 cm. Dva utega spojena su nerastezljivom niti zanemarive mase preko koloture zanemarive mase kao što je prikazano na slici. Trenje je zanemarivo. Utezi se po stranicama prizme gibaju stalnom brzinom. Prizma je nepomična. Nacrtaaj dijagram sila na svaki uteg. Izračunaj nepoznatu masu utega. Izračunaj napetost niti. Gravitacijsko je ubrzanje je  $10 \text{ m/s}^2$ .



4. Motocikl miruje pored pruge. Vlak duljine 60 m giba se po pruzi stalnom brzinom od 90 km/h. Motocikl počinje jednoliko ubrzavati ubrzanjem od  $5 \text{ m/s}^2$  u smjeru gibanja vlaka u trenutku kad prednji kraj vlaka prođe pored njega.

a) Izračunaj vremenski interval između prvoga i drugoga prolaska motocikla pored stražnjega kraja vlaka.

b) Motocikl prestaje ubrzavati u trenutku kad drugi put prođe pored stražnjega kraja vlaka. Izračunaj udaljenost motocikla i stražnjega kraja vlaka 4 min nakon tog trenutka.

5. Dva tijela nalaze se na horizontalnoj podlozi. Prvo tijelo miruje, a drugo se giba prema njemu. Masa drugoga tijela dva je puta veća od mase prvoga tijela. Brzina drugoga tijela u trenutku udara u prvo tijelo iznosi  $45 \text{ cm/s}$ . Koeficijent trenja između tijela i podloge iznosi 0.1. Prvo tijelo do zaustavljanja prijeđe 18 cm. Izračunaj brzinu (iznos i smjer) prvoga i drugoga tijela neposredno nakon sudara. Gravitacijsko je ubrzanje je  $10 \text{ m/s}^2$ .

## 2. skupina

1. Iz otvora slavine oblika kruga promjera 1 cm vertikalno prema dolje istječe tekućina protokom 2 L/min. Odredi na kojoj se udaljenosti od otvora promjer mlaza prepolovi. Pretpostavi da je mlaz uvijek kružnoga profila te da se ne razdvaja.

2. Dana je visoka posuda ispunjena trima slojevima tekućine: glicerinom, vodom i uljem. U njoj miruje vertikalno položena šipka konstantnoga poprečnog presjeka i visine 1 m tako da je jednom sedminom svoje visine uronjena u glicerin, četirima sedminama u vodu, a preostalim dvjema u ulje. Pretpostavljajući da se tekućine ne miješaju te da je cijeli sustav u ravnotežnome stanju, odredi gustoću materijala od kojega je napravljena šipka. Koliko bi trebao biti dubok sloj vode da spomenuta šipka u ravnotežnome položaju točno dodiruje glicerin svojim donjim krajem, a da je pritom cijela uronjena u tekućine u posudi? Uzmi da je gustoća glicerina  $1260 \text{ kg/m}^3$ , vode  $1000 \text{ kg/m}^3$ , a ulja  $800 \text{ kg/m}^3$ .

3. Toranj naftne bušotine visok je 15 m te nakon probijanja podzemnoga nalazišta iz njegova vrha nafta pršti 5 m uvis. Kolika je gustoća nafte ako manometar u podnožju tornja pokazuje ukupni tlak u bušotini od 277 880 Pa? Toranj se potom zabrtvi i nafta preusmjeri u naftovod koji vodi do rafinerije na brdu visokome 10 m. Odredi brzinu kojom nafta utječe u spremnike u rafineriji. Pretpostavi da se nafta ponaša kao idealna tekućina te da su sve cijevi naftovoda istoga poprečnog presjeka.

4. Promotri jednakokrakan trokut čije su stranice napravljene od dvaju različitih materijala: krakovi, koji su dva posto dulji od baze, napravljeni su od materijala koeficijenta linearnoga toplinskog širenja peterostruko manjega od koeficijenta materijala baze. Odredi oba koeficijenta ako trokut postane jednakostraničan nakon zagrijavanja za 900 K. Spojevi stranica takvi su da se kut među njima može mijenjati bez deformacija.

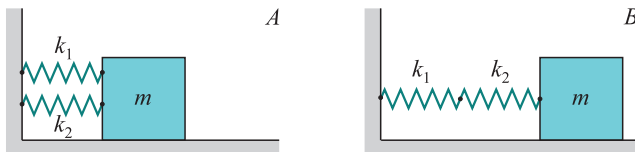
5. Ekspanzijska komora parnoga stroja na jednome je kraju zatvorena pomičnim klipom površine  $5 \text{ dm}^2$  koji može po njoj kliziti bez trenja. U trenutku kad je razmak između klipa i zida komore jednak 8 cm, klip se počinje udaljavati od njega pod djelovanjem konstantne sile pare od 50 kN. Odredi kolika je konačna temperatura pare ako je klip izvršio 2 kJ rada. Pretpostavi da je temperatura komore u početku jednaka  $120^\circ\text{C}$  te da se para može opisati jednadžbom stanja idealnoga plina.

*Fizikalne konstante:*

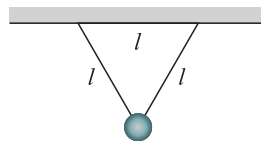
$$g = 9.81 \text{ m/s}^2, P_{\text{atm}} = 101\,300 \text{ Pa}, T_0 = -273.15^\circ\text{C}, R = 8.314 \text{ J/Kmol}.$$

## 3. skupina

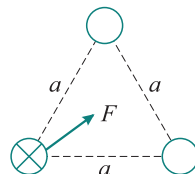
1. Uteg mase  $m = 1 \text{ kg}$  za zid je privezan dvjema oprugama različitih konstanta i slobodno titra u dvjema konfiguracijama A i B, kao na slici. Periodi su titranja  $T_A = 0.5 \text{ s}$  i  $T_B = 1.25 \text{ s}$ . Nađi konstante opruga.



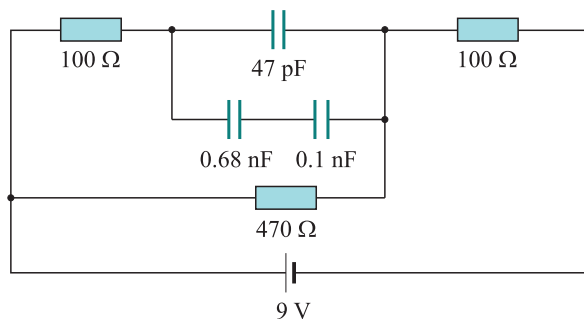
2. Metalna je kuglica mase  $m = 100 \text{ g}$  privezana za dvije identične bezmasene nerastezljive niti duljine  $l = 0.5 \text{ m}$  koje vise sa stropa. Dvije niti skupa sa stropom tvore jednakokranični trokut, kao na slici. Nađi period titranja kuglice u ravnini okomitoj na ravninu u kojoj su niti. Ako prerežemo jednu od niti (dok kuglica miruje), ona će početi titrati u ravnini papira. Koliko iznosi novi period titranja i koja je maksimalna brzina i energija tog harmoničkog oscilatora?



3. Tri su beskonačno duga vodiča smještena u jednakokranični trokut stranice  $a = 1 \text{ m}$ . Na slici je prikazan presjek kroz vodiče. Rezultantna sila od vodiča 2 i 3 na vodič 1 leži na simetrali kuta, sa smjerom unutar trokuta. Smjer je struje u vodiču 1 "u papir", kao što je skicirano na slici, iznosa  $I_1 = 5 \text{ A}$ . Iznos je sile po jedinici duljine na vodič  $F/l = 0.1 \text{ N/km}$ . Nađi iznose i smjerove struja svih vodiča.



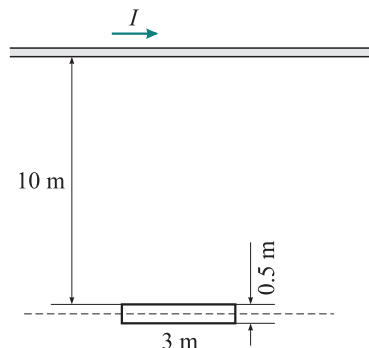
4. Strujni krug kao na slici spojen je na bateriju – istosmjerni napon  $V = 9 \text{ V}$ . Kondenzatori su na početku prazni. Nađi napone na konenzatorima i struju koja izlazi iz baterije u ravnotežnome stanju. Koliki je rad potreban da se napune samo kondenzatori (bez disipiranja na otpornicima)?



5. Na slici je prikazana beskonačno duga ravna žica i kvadratna petlja ( $3 \times 0.5 \text{ m}^2$ ) pokraj nje. Udaljenost je bliže stranice petlje od žice  $10 \text{ m}$ . U jednome trenutku struja počinje teći žicom u smjeru kao na slici. Iznos struje raste linearno u vremenu. U trenutku kad je inducirani napon u petlji jednak  $U = 2 \text{ mV}$ .

- Nađi promjenu struje u vremenu u žici ( $\Delta I/\Delta t$ ).
- Skiciraj smjer struje u petlji.
- Skiciraj smjer rezultantne sile na petlju.

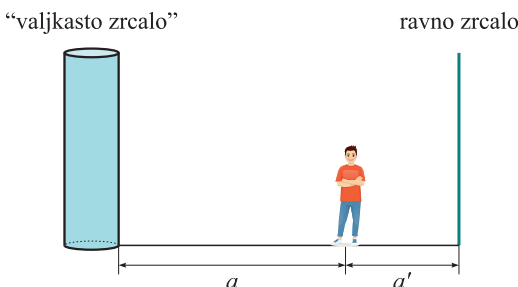
Petlja je čvrsta i nerastezljiva. S obzirom na to da je udaljenost petlje od žice mnogo veća nego njezina vlastita širina ( $10 \gg 0.5$ ), možemo aproksimirati da je polje u svakoj točki unutar petlje jednakoga iznosa. Za najmanju pogrešku najbolje je uzeti za udaljenost prosječnu udaljenost bliže i dalje stranice (iscrtkani pravac).



#### 4. skupina

1. Predmet se nalazi na udaljenosti 10 cm od konvergentne leće tako da je slika koja nastaje virtualna. Pomaknemo li predmet za 2 cm, slika postane dvostruko veća (i dalje je virtualna). Odredi početnu i krajnju poziciju slike u odnosu na leću, te žarišnu duljinu leće.

2. Mihael se nalazi u sobi koja ima zrcalo u obliku uspravnoga valjka i normalno ravno zrcalo te stoji između njih kao na slici. Ukupna je udaljenost između zrcala  $a + a' = 1$  m. Kad se okrene i na jednu i na drugu stranu, primijeti da su slike koje stvaraju oba zrcala prividno na jednakoj udaljenosti od njega, no na zrcalu u obliku valjka slika izgleda dvostruko tanje. Odredi polumjer valjka i udaljenosti  $a$  i  $a'$ .



3. Neke naočale imaju premaz koji smanjuje upad plave svjetlosti ( $\lambda = 460$  nm) u oči. Pretpostavi da je premazni materijal jednoslojni i indeksa loma 1.25, a da je staklo od kojega su leće naočala napravljene indeksa loma 1.6.

a) Kolika je najmanja debljina premaza koja najbolje moguće štiti oči od plave svjetlosti (reflektira plavu svjetlost)? Razmotri samo zrake koje upadaju okomito na leće naočala.

b) Debljina premaza iz a) dosta dobro reflektira i valne duljine blizu plave svjetlosti. Koja je najmanja debljina prijelaza koja nas i dalje štiti od plave svjetlosti, ali potpuno propušta zelenu svjetlost ( $\lambda = 520$  nm)?

4. Dva neutrona gibaju se jedan prema drugome brzinama  $0.32c$  i  $0.24c$  (gledano iz laboratorijskoga sustava). Nakon sudara gibaju se u istome smjeru istom brzinom  $v$ .

a) Odredi brzinu  $v$ .

b) Uz pretpostavku da je izgubljena energija u sudaru potrošena na stvaranje novih čestica, kolika bi bila ukupna masa tih čestica. Uzmi da im je kinetička energija zanemariva.

5. U Youngovom pokusu s dvjema pukotinama obasjavamo pukotine monokromatskom svjetlošću valne duljine  $\lambda = 600$  nm. Pukotine su međusobno razmaknute 2 mm, a na udaljenosti od 2 m postavljen je zastor.

a) Na zastoru se pojavljuje interferencijska slika. Koliki je razmak između susjednih maksimuma na zastoru?

b) Ako na desnu pukotinu prislonimo planparalelnu ploču debljine 0.1 mm i indeksa loma 1.4, koliko i na koju stranu će se interferencijski uzorak pomaknuti? S obzirom na to da je udaljenost pukotina od zastora puno dulja nego njihova međusobna udaljenost, pretpostavi da zrake prolaze okomito kroz planparalelnu ploču.

*Fizikalne konstante:*

brzina svjetlosti  $c = 3 \cdot 10^8$  ms<sup>-1</sup>, masa neutrona  $m_n = 1.675 \cdot 10^{-27}$  kg.

*Nikola Poljak*