

Školsko natjecanje iz fizike, 28. siječnja 2026. g.

Osnovne škole – zadatci

1. U školskom laboratoriju učenici su dobili zadatak da 3000 g kuhinjske soli, gustoće 2.16 g/cm^3 , presipaju u tri staklene čaše cilindrična oblika. Vanjski je promjer svake čaše 8 cm, ukupna visina svake čaše 10 cm, a debljina svih stijenki, uključujući i dno čaše 5 mm. Hoće li sva sol stati u te tri čaše ako se svaka čaša napuni do vrha?

2. Žarulja A snage je 0.7 W pri naponu 3.5 V. Ako se žarulja A spoji serijski sa žaruljom B, žaruljom A prolazi struja od 350 mA. Ako se žarulje A i B spoje paralelno, kroz žarulju A prolazi struja 0.4 A.

- Koliko iznosi napon baterije?
- Koliko iznosi otpor žarulje B?
- Koja žaruljica svijetli jače u serijskom spoju? Obrazložite svoj odgovor.

U oba slučaja žarulje se vežu na istu bateriju. Pretpostavite da je baterija idealna te da je otpor žarulja A i B stalan.

3. Električni grijač predaje 180 kJ energije vodi koju zagrijava. Pritom se temperatura 1500 cm^3 vode promijeni za $22 \text{ }^\circ\text{C}$ tijekom 2.5 minute grijanja. Potom se taj isti grijač uroni u vodu iste mase, ali početne temperature od $20 \text{ }^\circ\text{C}$. U nju se ubaci kuglica mase 800 g i iste početne temperature. Temperatura vode i kuglice nakon 2.5 minute grijanja poveća se za $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Koliko iznose snaga i korisnost grijača?
- Koliko iznosi specifični toplinski kapacitet kuglice?

Specifični toplinski kapacitet vode je 4200 J/kgK .

4. Kamen plovuac ili plavac posebna je vrsta vulkanske stijene koja je prepuna šupljina ispunjenih zrakom. Na satu fizike učenici proučavaju kamen plovuac koji je oblika kvadra duljine 100 mm, širine 0.5 dm, a visine 1.5 cm. Odredili su da je najmanji tlak potpuno suhog kamena plovuca na podlogu (npr. na stol) 37.5 Pa . No, kada taj kamen u potpunosti urone u vodu, pri čemu se sve šupljine ispune vodom, volumen u menzuri povećao se sa 152 mL na 219.5 mL. Koliko iznosi udio volumena zraka unutar suhog kamena plovuca?

5. Na 20 cm od ruba lijevog kraja poluge zanemarive mase i duljine 1.2 m nalazi se nepomični kvadar mase 200 g. Na donjem desnom kraju te poluge nalazi se kuka mase 100 g na koju je ovješena opruga zanemarive mase konstante elastičnosti 150 N/m . Na tu je oprugu ovješena uteg koji ju je rastegnulo za 4 cm. Poluga je oslonjena 3 dm od mjesta gdje visi uteg. Na koji kraj poluge i na koju udaljenost od oslonca treba staviti drugi kvadar mase 12 dag da poluga bude u ravnoteži?

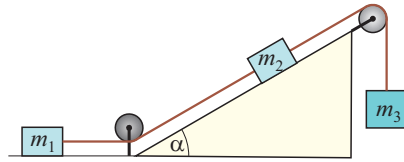
Srednje škole – zadatci

1. skupina

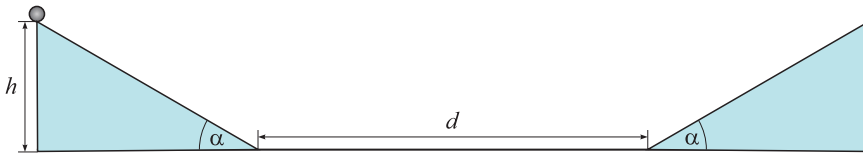
1. Tijelo A giba se cijelo vrijeme jednoliko pravocrtno brzinom 10 m/s . Kada tijelo A susretne B, tijelo B jednoliko ubrzava iz stanja mirovanja te nakon 10 s ponovno susreće tijelo A, nakon čega B usporava suprotnom akceleracijom od prethodne, sve do trećeg

susreta. Za tijelo B odredite ukupni put koji je prešlo do trećeg susreta, iznos akceleracije te njegovu maksimalnu i konačnu brzinu.

2. Tri bloka povezana su nerastezljivim užetom zanemarive mase prebačenim preko kolotura zanemarivih masa, kao na slici. Koeficijent trenja između blokova i podloga iznosi $\mu = 0.2$. Ako je $m_1 = m_2 = 2 \text{ kg}$ i $\alpha = 30^\circ$, koliko iznosi masa m_3 bloka koji se spušta jednoliko brzinom 1 m/s ? Nacrtajte dijagram svih sila koje djeluju na pojedini blok.



3. Tijelo mase $m = 5 \text{ g}$ nalazi se $h = 1 \text{ m}$ iznad horizontalne podloge na kosini koja s horizontalom zatvara kut $\alpha = 30^\circ$, kao na slici. Tijelo je pušteno iz stanja mirovanja te se giba niz kosinu, potom po horizontalnoj podlozi duljine $d = 3 \text{ m}$ i zatim uz kosinu koja s horizontalom zatvara kut $\alpha = 30^\circ$. Koeficijent trenja svugdje iznosi $\mu = 0.05$, a ubrzanje slobodnoga pada $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Odredite ukupni put koji je prešlo tijelo do prvog zaustavljanja.



4. Automobil Rimac Nevera jednoliko ubrzava iz mirovanja te za 1 s prijeđe 10 m , a zatim u 3 uzastopna intervala po 1 s ima jednolike akceleracije, pri čemu je svaka za 5 m/s^2 manja od prethodne. Potom, jednoliko usporavajući do zaustavljanja, prijeđe 125 m . Nacrtajte graf ovisnosti brzine u vremenu.

5. U trenutku $t_0 = 0$ na tijelo mase m , koje se gibalo pravocrtno brzinom $v_0 > 0$, počne djelovati konstantna sila F u smjeru gibanja do trenutka T , nakon kojega djeluje suprotna sila dvostrukog iznosa dok se tijelo ne zaustavi. Izrazite vrijeme proteklo od početnog trenutka do zaustavljanja pomoću zadanih veličina.

2. skupina

1. Srebrna šipka oblika cilindra uspravno je položena u visoku cilindričnu čašu površine baze 1 dm^2 . Čaša je zanemarive mase te ima zanemaru debljinu stijenke. Šipka ima površinu baze jednaku 9 cm^2 .

a) Ako u čašu dolijemo 910 mL žive, šipka taman počne plutati u živi. Odredite visinu šipke.

b) Ako čašu sa šipkom (bez ikakve žive) stavimo u veliku posudu s vodom, ona pluta. Koliki je volumen žive koju treba dodati u čašu kako bi se čaša tada toliko spustila u vodi da cijela šipka bude točno ispod razine vode (tako da se vrh šipke podudara s površinom vode)? Pretpostavite da je čaša puno viša od šipke te da voda u nju ne može ući.

Gustoće materijala su (u g/cm^3): srebro 10.5 , živa 13.5 , voda 1 . Zanemarite gustoću zraka.

2. Dana je horizontalna cilindrična cijev koja se postupno sužava prema svome jednom otvorenom kraju. Prvi dio cijevi ima radijus jednak 10 centimetara, drugi dio 7 , a treći 5 . Treći je dio cijevi otvoren te se njezin centar nalazi na visini od 1 metra od horizontalne podloge.

a) Kolika je brzina kojom istječe voda iz cijevi, ako mlaz udari podlogu na udaljenosti od 90 centimetara od cijevi? Zanimarite širinu mlaza u odnosu na visinu cijevi i udaljenost od pada na podlogu.

b) Ako na prvi i drugi dio cijevi spojimo visoke vertikalne cijevi, odredite kolika će biti visina stupaca vode prvom dijelu, mjereno od središta horizontalne cijevi, ako je u drugom visina 2 metra. Pretpostavite da se ukupni tlak u cijevi sastoji isključivo od dinamičkog i statičkog tlaka te da na visinu stupca u vertikalnim cijevima utječe samo potonji.

3. Promotrite Hooverovu branu koju ćemo modelirati kao polovicu cilindrične ljsuke (dakle, oblik koji odgovara kvadru kojega se po jednoj njegovoj osi polukružno savije, odnosno obliku koji se dobije ako se, počevši od polovice cilindra, iz njega izdubi isti takav oblik, ali manjeg radijusa). Uzmite da je, u najhladnijem dijelu godine, kada je temperatura 0 stupnja Celzijevih, manji polumjer takvog oblika jednak 100 metara, njegova debljina (što odgovara razlici većeg i manjeg polumjera) 90 metara te visina 220 metara.

Odredite volumen brane u hladnom dijelu godine. Odredite kolike su dimenzije brane u najtoplijem dijelu godine, kada je temperatura 40 stupnjeva Celzijevih te izračunajte koliki je tada volumen na dva načina: direktnim računom iz dimenzija u tom dijelu godine te kada koristite aproksimaciju linearne promjene volumena s temperaturom. Usporedite rezultate te komentirajte je li ta aproksimacija valjana (aproksimaciju smatramo valjanom ako je razlika manja od 5 %).

Pretpostavite da je linearni koeficijent širenja betona konstantan te da iznosi 10^{-5} 1/K . Pretpostavite da je cijela brana na istoj temperaturi.

4. Između dvaju identičnih spremnika oblika uspravnih cilindara i visine 10 metara, koji se nalaze na horizontalnoj podlozi u naftnoj rafineriji, prebacuje se sirova nafta. Razina nafte u prvom spremniku, mjerena od njegova dna, devet je metara, dok je razina nafte u drugom jednaka jedan metar. Odzračni ventil prvog spremnika je otvoren, tako da zrak atmosferskog tlaka uvijek ispunjava sav njegov volumen koji nije već ispunjen naftom. No, radnici su zaboravili otvoriti ventil na drugom spremniku tako da je u njemu zarobljen sav zrak koji je ispunjavao prostor u kojemu nije bila nafta na početku. Kada se otvori ventil u cijevi zanemariva volumena koja povezuje dna spremnika, nafta slobodno poteče. Odredite kolika je konačna razina nafte u drugom spremniku.

Pretpostavite da je početni tlak plina u drugom spremniku jednak jednoj atmosferi te da nafta dovoljno sporo teče da možemo uzeti da se temperatura tog plina ne mijenja. Pretpostavite još i da je gustoća nafte konstantna te iznosi 800 kg/m^3 .

5. U demonstracijskom pokusu, komoru s pomičnim klipom površine poprečnog presjeka 100 cm^2 i početnog volumena od jedne litre ispunimo idealnim plinom temperature 20 stupnjeva Celzijevih i atmosferskog tlaka. Na početku pokusa upali se plamenik ispod komore te se termodinamička temperatura plina poveća za 50 %, pri čemu se klip drži fiksnim. Potom, s još uvijek upaljenim plamenikom, klip se pusti u gibanje tako da sila na njega ostaje konstantnom tijekom cijelog gibanja. Klip se zaustavi kada se volumen plina udvostruči. Konačno, otvori se ventil na komori te čestice plina izlaze iz komore sve dok se tlak u njoj ne izjednači s atmosferskim. Plamenik osigurava da se temperatura plina koji preostaje u komori u tom posljednjem koraku ne mijenja.

Odredite koliki je rad kojega je plin izvršio na klip te koliki je omjer broja čestica plina koje se nalaze u komori na početku i na kraju pokusa. Dodatno, odredite i kolika je konačna temperatura plina. Pretpostavite da se klip giba horizontalno bez trenja te da se površina njegova poprečnog presjeka ne mijenja.

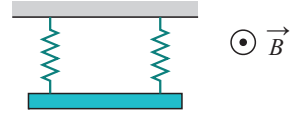
Fizikalne konstante: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$; $p_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 101\,300 \text{ Pa}$; $T_0 = -273.15 \text{ }^\circ\text{C}$; $R = 8.314 \text{ J/Kmol}$.

3. skupina

1. Astronaut na međunarodnoj svemirskoj stanici (ISS) izmjeri zapornom urom period njihala 1.5 s, nakon čega svemirskim brodom u misiji Artemis krene prema Mjesecu. Na pola puta između Zemlje i Mjeseca opet izmjeri period njihala, no on sada iznosi 42.68 s. Koliko iznosi masa Mjeseca?

Međunarodna svemirska stanica nalazi se 420 km iznad površine Zemlje, dok je polumjer Zemlje 6370 km, a masa $5.97 \cdot 10^{24}$ kg. Zanemarite utjecaj Mjeseca na međunarodnu svemirsku stanicu. Udaljenost između Zemlje i Mjeseca iznosi 384 000 km. Zanemarite otpor zraka i masu niti njihala. Njihalo nije s malim otklonima od ravnotežnog položaja.

2. Metalni štap duljine 20 cm, mase 100 g i zanemarive debljine obješen je na dvije identične elastične opruge. Svaka je opruga koeficijenta elastičnosti 100 N/m. Opruge i štap nalaze se u homogenom magnetskom polju $B = 2$ T. Štap započne oscilirati nakon što ste ga pomaknuli tako da su se obje opruge produžile za 10 cm. Opruge osciliraju kao harmonički oscilatori.



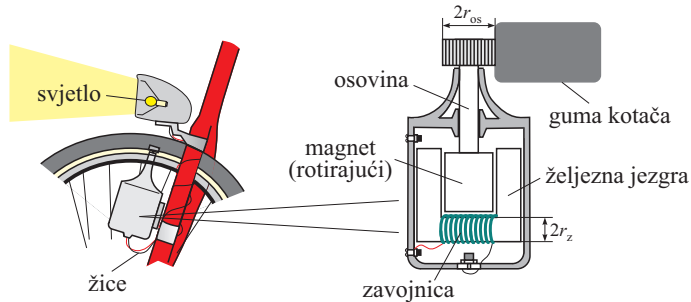
a) Odredite napon na krajevima štapa u ovisnosti o vremenu, magnetskom polju, elongaciji, koeficijentu elastičnosti opruga i masi štapa.

b) Koliki se najveći napon inducira na krajevima štapa?

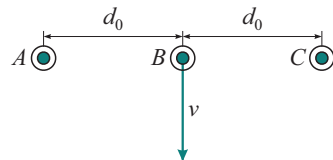
c) Kojom se frekvencijom mijenja inducirani napon?

3. Dinamo na biciklu služi kao izvor napona za prednje svjetlo. Dinamo se sastoji od rotirajuće osovine na čijem je kraju spojen rotirajući magnet koji unutar zavojnice s 400 zavoja stvara vremenski promjenjivo, ali prostorno homogeno magnetsko polje koje je uvijek paralelno s osi zavojnice. Željezna jezgra služi za vođenje magnetskog polja od magnetu do unutrašnjosti zavojnice. Magnetsko polje mijenja se linearno između minimalne $B_{\min} = -0.2$ T i maksimalne vrijednosti $B_{\max} = +0.2$ T u vremenu koje odgovara polovici perioda rotacije osovine. Rotirajuća osovina polumjera $r_{os} = 0.5$ cm dodiruje kotač na vrhu gume i rotira bez proklizavanja. Polumjer presjeka zavojnice iznosi $r_z = 1$ cm.

Ako se biciklist kreće brzinom 30 km/h, odredite inducirani elektromotorni napon u dinamu. Kolikom se minimalnom brzinom bicikla mora kretati da bi se prednje svjetlo upalilo ako je žarulji potreban napon od barem 12 V da bi svijetlila?



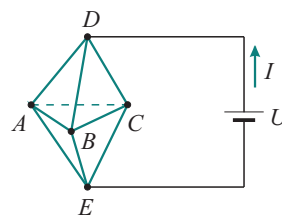
4. Kroz tri beskonačno duga idealna paralelna vodiča A, B i C (vidi sliku) teče struja $I = 2$ A u istom smjeru, a razmaknuta su za udaljenost $d_0 = 1$ m. Vodič B se u trenutku $t = 0$ započinje gibati jednoliko duž pravca brzinom $v = 2$ m/s u pravcu kako je prikazano na slici, ali tako da su sva tri vodiča i dalje paralelna.



Izračunajte silu po jedinici dužine na vodič B u:

- početnom trenutku $t = 0$,
- nakon 1 sekunde. Skicirajte sile na vodič B .

5. Identične žice, svaka otpora $R = 1 \Omega$, spojene su u električni krug tako da tvore bridove jednakostranične bipiramide (vidi sliku). Ako vrhove bipiramide spojimo na izvor istosmjernog napona $U = 5 \text{ V}$, odredite struju I koja poteče krugom. Zanemarite unutarnji otpor izvora i otpor spojnih žica.



Fizikalne konstante: $G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$; $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Hm}^{-1} = 1.257 \cdot 10^{-6} \text{ Hm}^{-1}$; $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $g = 9.81 \text{ ms}^{-1}$.

Mase elektrona, protona i neutrona: $m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_n = 1.675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

4. skupina

1. Svjetlost, linearno polarizirana pod kutom od 13° u odnosu na vertikalnu u smjeru kazaljke na satu, najprije prolazi kroz prvi polarizator čija os polarizacije zatvara kut od 18° s vertikalom u smjeru kazaljke na satu. Zatim svjetlost prolazi kroz drugi polarizator čija os polarizacije zatvara kut od 44° s vertikalom u smjeru kazaljke na satu. U postotcima izračunajte kolika je redukcija intenziteta svjetlosti nakon prolaska kroz oba polarizatora.

2. Izvor svjetlosti nalazi se u tekućini nepoznatog indeksa loma. Svjetlosna zraka izlazi iz izvora i pada na granicu tekućina – zrak pod kutom od 50° u odnosu na okomicu. Odredite ograničenje na indeks loma tekućine ako iz zraka izvor nije vidljiv.

3. Tanka leća stvara realnu sliku predmeta s iznosom povećanja 1.25. Pomicanjem predmeta od leće duž optičke osi, iznos povećanja smanji se za 20 %, pri čemu se predmet udalji za $\Delta u = 2 \text{ cm}$.

- Izračunajte jakost leće.
- Izračunajte za koliko se pomaknula slika.

4. Svjetlosna zraka upada na ravnu paralelnu staklenu ploču indeksa loma $n = 1.5$ i debljine $d = 6 \text{ cm}$ pod kutom $\theta = 60^\circ$ u odnosu na okomicu. Zraka prolazi kroz ploču i izlazi s druge strane.

- Kako se međusobno odnose smjerovi ulazne i izlazne zrake?
- Izračunajte pomak između upadne zrake i izlazne zrake.
- Izvedite općenitu formulu za pomak kao funkciju veličina d , θ i n .

5. Na postavu Youngova eksperimenta s dvije identične, vrlo uske pukotine udaljene za d , okomito upada monokromatska svjetlost valne duljine $\lambda = 520 \text{ nm}$. Zaslon je udaljen $L = 1.80 \text{ m}$ od ravnine pukotina. Na zaslonu je izmjeren razmak između druge svijetle pruge s jedne strane središnjeg maksimuma i četvrte tamne pruge s druge strane: $\Delta y = 7.8 \text{ mm}$. Pretpostavite male kutove u odnosu na okomicu na ravninu pukotina.

- Odredite razmak pukotina d .
- Koliki je razmak između prve i četvrte svijetle pruge na istoj strani od središnjeg maksimuma?

Emil Tafra