

Školsko/gradsko natjecanje iz fizike, 9. veljače 2022.

Natjecanje iz fizike učenika osnovnih i srednjih škola organizira Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske, Agencija za odgoj i obrazovanje i Fizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Natjecanje u znanju organizirano je u pet skupina: jedna skupina za osnovne škole i četiri skupine za srednje škole i odvija se kroz tri razine: školska/općinska, županijska i državna.

Školska/općinska natjecanja su održana 9. veljače 2022. godine. Zadatke je pripremlilo državno povjerenstvo i putem Informacijskog sustava za provedbu organizacije natjecanja i smotri poslalo ih u škole domaćine natjecanja. U natjecanju je sudjelovalo 3592 učenika od čega 1772 osnovnoškolaca i 1820 srednjoškolaca (660 prva skupina, 443 druga, 404 treća i 313 četvrta).

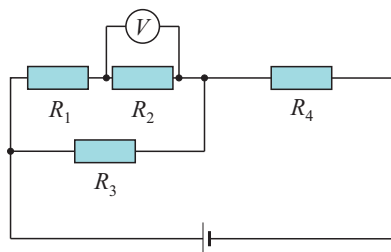
Na temelju uspjeha na općinskom natjecanju županijska povjerenstva će pozvati učenike na županijsko natjecanje koje će se održati 9. ožujka 2022. godine. I za ovu razinu natjecanja zadatke će pripremiti državno povjerenstvo.

Pored natjecanja u znanju koje se odvija na spomenute tri razine učenici osnovnih i srednjih škola tijekom školske godine osmišljavaju i izvode pokuse. Na početku školske godine Državnom povjerenstvu je bilo prijavljeno 38 učenika osnovnih škola s 22 rada te 44 učenika srednjih škola s 26 rada. Na jednome pokusu rade jedan ili dva učenika pod vodstvom jednog mentora/nastavnika. a na temelju dva kruga Državno povjerenstvo će prabrati radove koji će biti pozvani na Državno natjecanje.

Osnovna škola – zadatci

1. Svemirska letjelica slijeće na površinu nepoznatog planeta i ima zadatak skupiti kamenje za proučavanje. Sletjevši na površinu nepoznatog planeta, astronauti su mjerenjem odredili da je ubrzanje sile teže nepoznatog planeta za četvrtinu manje od ubrzanja Zemljine sile teže. Svemirska letjelica je građena tako da na površini bilo kojeg planeta “stoji” na tri noge, pri čemu svaka noga ima površinu 80 dm^2 . Tlak koji letjelica s posadom stvara na Zemljinu površinu iznosi $63\,437.5 \text{ Pa}$. Na nepoznatom su planetu astronauti uzeli 130 kg kamenja, koje su smjestili u posebnu komoru u letjelici. Koliki tlak na površinu nepoznatog planeta stvara letjelica s kamenjem i posadom?

2. Zadan je strujni krug kao na slici. Voltmetar na otporniku R_2 mjeri napon od 4 V . Otpornici R_1 i R_2 međusobno su isti. Otpornik R_3 ima dva puta veći otpor od R_2 , a otpornik R_4 ima tri puta veći otpor od otpornika R_2 . Odredi napon idealnog izvora.



3. Jack Sparrow našao se zarobljen iza teških metalnih vrata u potpalublju *Letećeg Holandeza*. Između poda i dna vrata bilo je malo mjesta, ali nedovoljno da se Jack provuče i oslobodi. Tri su mu prijatelja pristigla upomoć. Uočili su da su vrata nasadena na šarke i da ih je potrebno samo podići kako bi Jack bio slobodan. Pronašli su dasku u potpalublju čiji su jedan kraj postavili tik ispod vrata. Naslonili su dasku na oslonac i svom snagom pritisnuli drugi kraj daske, koji je od oslonca udaljen $\frac{3}{4}$ duljine daske.

Digli su vrata i oslobodili Jacka Sparrowa tek kada je svaki prijatelj djelovao silom od 200 N. Odredi masu metalnih vrata. (Za potrebe ovog zadatka, zanemarimo masu daske.)

4. Dva brata, Ivan i Mihael, za vrijeme ljetnih praznika odlučili su iskušati *bungee jumping* s Masleničkog mosta, s visine od 55 metara iznad razine mora. Uže za skok je elastično i privezano za sam rub mosta s kojeg skakači skaču. Nerastegnuto uže ima duljinu od 30 metara. Prvi je skočio Ivan, stariji brat, mase 70 kg. Nakon nekog su se vremena uže i Ivan prestali njihati i postignuli su ravnotežu na 11 metara iznad površine mora. Mihael je skočio drugi. Na koliko su metara uže i Mihael postigli ravnotežu iznad površine mora, ako je Mihaelova masa 50 kg?

5. Električnim grijačem zagrijavamo 8 decilitara vode od temperature 25°C do vrenja. Ako je grijač očišćen od kamenca, takvu vodu zagrijemo za 2 minute i 20 sekundi. No, ako je električni grijač obložen kamencem, njegova je efikasnost samo 75 % u odnosu na čisti grijač. Odredi vrijeme potrebno da grijač obložen kamencem zagrije 12 decilitara vode od iste početne temperature do vrenja. Gustoća vode je 1000 kg/m^3 , a specifični toplinski kapacitet vode iznosi 4200 J/kgK .

Napomena. U svim zadacima uzmite $g = 10\text{ N/kg}$.

Srednje škole – zadatci

1. skupina

1. Dionica biciklističke utrke između kontrolnih točaka *A* i *B* ima ukupnu duljinu 32 km. Srednja brzina biciklista na toj dionici iznosi 19.2 km/h . Biciklist je prvih pola sata vozio stalnom brzinom i u tom vremenu prešao $2/5$ dionice. Tada je morao stati zbog prometne nezgode iz zadatka 5 koja se dogodila u neposrednoj blizini biciklističke staze. Nakon 6 minuta stajanja biciklist je nastavio utru te je vozio stalnom brzinom do kraja dionice.

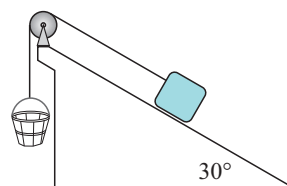
- Izračunaj brzinu gibanja biciklista na pojedinim dijelovima ove dionice utrke.
- Nacrtaj graf ovisnosti prijeđenog puta biciklista o vremenu.
- Nacrtaj graf ovisnosti brzine biciklista o vremenu.

2. Zeleni val je usklađeni način rada semafora na nizu križanja koji pravovremenim uključivanjem zelenog svjetla omogućava neprekinutu vožnju automobila stalnom brzinom. Automobil stoji na prvom semaforu u zelenom valu na kojem je upaljeno crveno svjetlo. U trenutku paljenja zelenog svjetla na semaforu automobil počinje jednoliko ubrzavati do brzine 50 km/h . Ubrzavanje traje 4.2 s. Nakon toga nastavlja voziti stalnom brzinom promatrajući svjetlo na sljedećem semaforu. Zaustavni put automobila (put koji automobil prijeđe do zaustavljanja) od početne brzine 50 km/h iznosi 25 m. Ako je na drugom semaforu još uvijek upaljeno crveno svjetlo u trenutku kada se automobil približi semaforu na udaljenost zaustavnog puta, automobil će početi kočiti do zaustavljanja. Ako se najkasnije u tom trenutku uključi žuto svjetlo, koje prethodi uključivanju zelenog svjetla, automobil će se nastaviti gibati nepromijenjenom brzinom. Zeleno svjetlo se uključuje 1 s nakon žutog.

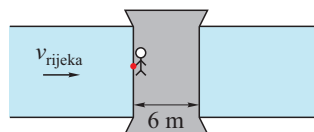
- Izračunaj maksimalni vremenski interval između uključivanja zelenog svjetla na prvom i drugom semaforu tako da automobil iz ovog zadatka može proći kroz drugo križanje bez promjene brzine kretanja. Udaljenost između prvog i drugog semafora je 200 m.

- b) Treći semafor je u zelenom valu udaljen od drugog 150 m. Izračunaj maksimalni vremenski interval između uključivanja zelenog svjetla na drugom i trećem semaforu tako da automobil prođe kroz treće križanje bez promjene brzine.

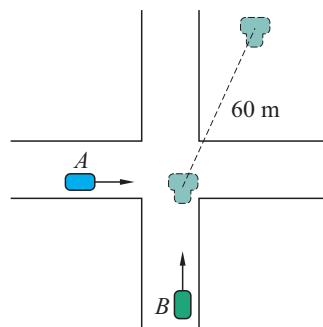
3. U sustavu prikazanom na slici na jedan kraj užeta pričvršćen je uteg mase 2 kg, a na drugi kraj užeta prazna kanta mase 0.75 kg. Kanta se giba prema gore, a uteg kliže niz kosinu stalnom brzinom. Postoji li trenje između utega i kosine? Ako se u kantu stavi teret mase m , kanta se giba prema dolje, a uteg uz kosinu stalnom brzinom. Izračunaj masu tereta m . Nagib kosine je 30° u odnosu na horizontalu. Kosina je nepomična. Uže je nerastezljivo i zanemarive mase.



4. Čovjek stoji na rubu mosta ispod kojeg teče rijeka stalnom brzinom 20 cm/s. Čovjek ispusti malu gumenu lopticu s visine od 12 m iznad površine vode. Loptica slobodno pada u rijeku i nastavlja se gibati na površini rijeke ispod mosta. Širina mosta je 6 m. Izračunaj vrijeme proteklo od ispuštanja loptice s jednog ruba mosta dok loptica ne dođe na položaj točno ispod drugog ruba mosta. Zanemari otpor zraka. Gravitacijsko ubrzanje je $g = 10 \text{ m/s}^2$.



5. Radite kao policijski vještak za analizu prometnih nezgoda. Na križanju prikazanom na slici dogodio se sudar dvaju automobila. Potrebno je analizirati sudar i utvrditi sve eventualne prekršaje prometnih pravila. Prije sudara automobil A vozio je po ravnoj cesti iz smjera zapada prema istoku stalnom brzinom 45 km/h. Automobil B vozio je po ravnoj cesti iz smjera juga prema sjeveru stalnom brzinom v_B . Pri ulasku u križanje automobil B ima prednost prolaska i vozač nije smanjivao svoju brzinu kretanja. Vozač automobila A nije na vrijeme uočio automobil B i nepromijenjenom je brzinom kretanja ušao u križanje. Automobili su se sudarili na mjestu označenom na skici i nakon sudara zajedno otklizali po pravcu označenom isprekidanom linijom. Zaustavili su se nakon što su prešli put od 60 m. Zadatak je utvrditi je li automobil B prekoračio ograničenje brzine koje na ovoj cesti iznosi 70 km/h. Masa automobila A je 1230 kg, masa automobila B 1470 kg, koeficijent trenja na podlozi, po kojoj su automobili klizali nakon sudara, iznosi 0.1875, a gravitacijsko ubrzanje je $g = 10 \text{ m/s}^2$.



2. skupina

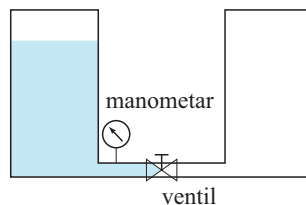
1. Horizontalna cijev u kojoj teče voda, ima početni presjek $S_1 = 100 \text{ cm}^2$. Nakon toga se cijev sužava i presjek postaje $S_2 = 60 \text{ cm}^2$. Statički tlak u početnom dijelu cijevi je $P_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (pomoću hidrostatskog se uređaja tlak održava konstantnim), dok je u užem dijelu statički tlak jednak $P_2 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Kolike su vrijednosti brzine vode u početnom i užem dijelu cijevi? Izračunaj količinu mase koja prođe kroz cijev u jedinici vremena.

2. Plovak, koji se sastoji od cilindra (promjera $d_{cl} = 0.10 \text{ m}$ i visine $h_{cl} = 0.10 \text{ m}$) i cjevčice (promjera $d_{cj} = 0.02 \text{ m}$ i visine $h_{cj} = 1.00 \text{ m}$), nalazi se u vodi gustoće

ρ_{voda} . Valjak je ispunjen tekućinom gustoće $\rho = 1.2 \text{ kg/dm}^3$, a cjevčica je ispunjena zrakom. Pri ovim uvjetima valjak je potpuno uronjen u vodu, a samo je dio cjevčice iznad površine vode. Težina praznog plovka je 1.0 N . Odredi visinu cjevčice koja se nalazi u vodi. Zanemari doprinos volumena stijenki plovka.

3. Na kružnoj karting stazi radijusa $R = 40 \text{ m}$ dva sudionika započinju utrku potjere. Počinju u istom trenutku smješteni na dva kraja horizontalnog promjera staze, prvi brzinom v_A , a drugi brzinom $v_B = 40 \text{ km/h}$. Pronađi vrijednost v_A za prvog sudionika koji će doći do drugog nakon što je drugi prošao 2.5 kruga staze i izračunaj potrebno vrijeme.

4. Cijev u obliku slova U sastoji se od dvije jednake okomite grane, s velikim dijelom površine $S = 1 \text{ m}^2$, otvorene prema atmosferi, povezane tankom spojnom cijevi zanemarivog volumena duž koje su postavljeni ventil i mjerac tlaka. U početku je ventil je zatvoren i jedna od grana sadrži tekućinu, gustoće ρ_{voda} , visine $h = 10 \text{ m}$, dok je druga grana prazna. U određenom trenutku slavina se otvara i nakon faze prigušenih oscilacija tekućina dolazi u stanje ravnoteže zauzimajući dvije grane cijevi. Koliki je ukupni rad sila trenja? Koliko se očitavanje tlaka manometra razlikuje od početnog do konačnog stanja?



5. Konj vuče čamac pomoću užeta po sredini pravocrtnog kanala (punog vode) silom iznosa 7900 N , pod kutom θ od 18° u odnosu na smjer gibanja čamca. Masa čamca je 9500 kg , a ubrzanje 0.12 m/s^2 . Izračunaj iznos i smjer sile kojom voda djeluje na čamac. Skicirajte sile na čamac.

Fizikalne konstante: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $R = 8.31 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$, $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$, $\rho_{\text{vode}} = 1000 \text{ g/m}^3$.

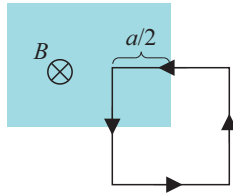
3. skupina

1. Dvije žice iste faze na 220 kV dalekovodu su razapete između stupova dalekovoda međusobno udaljenih $L = 250 \text{ m}$. Udaljenost među žicama je konstantna i iznosi $l = 5 \text{ m}$. Ako žice prenose svu energiju tvornici konstantne snage 100 MW , nađi iznos i smjer ukupne sile među žicama između dva stupa.

2. Uteg mase $m = 1 \text{ kg}$ visi na elastičnoj niti zanemarive mase i zanemarive početne duljine. Nit se ponaša kao idealna opruga, konstante opruge $k = 15 \text{ N/m}$. Jedan je kraj niti pričvršćen na koordinati $x = 0 \text{ m}$, a uteg držimo rukom na koordinati $x = 1 \text{ m}$, u mirovanju. U jednom trenutku pustimo da se uteg počne gibati u vertikalnom smjeru. Izračunaj amplitudu gibanja, period, najveći i najmanji x kojeg uteg u svom gibanju postigne. Zanemari utjecaj ikakvog otpora. Za koliko će vremena uteg prvi put proći kroz ravnotežni položaj? Na uteg ne djeluje nikakva vanjska sila osim gravitacije i elastične niti.

3. Dugačka ravna žica leži na horizontalnoj podlozi i njome teče struja $I = 3.6 \mu\text{A}$. Proton se giba paralelno sa žicom, u smjeru suprotnom smjeru električne struje, konstantnom brzinom $v = 2.3 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ na udaljenosti d iznad žice. Pronađi d ! Proton i žica nalaze se u vakuumu. Zanemari magnetsko polje Zemlje. Naboj protona je $q = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, a masa $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

4. Kvadratna strujna petlja duljine stranice $a = 50 \text{ cm}$ nalazi se djelomično u magnetskom polju kao na slici. Ako je iznos polja $B = 3.5 \text{ T}$ i struja u petlji $I = 5 \text{ A}$ u smjeru strelice na slici, izračunaj i prikaži smjer i iznos sile F koja djeluje na strujnu petlju. Nađi iznos i smjer sile koja djeluje na izvor magnetskog polja!



5. Elektron brzine $v = 1000 \text{ km/s}$ nalazi se u homogenom magnetskom polju iznosa $B = 100 \text{ mT}$. Nađi promjer putanje elektrona. Koliko vremena treba elektronu da dođe na isto mjesto? Masa elektrona je $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Naboj elektrona je $q_e = -1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

4. skupina

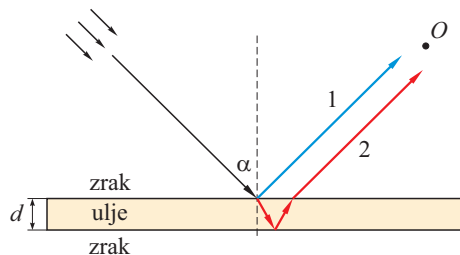
1. Ribar stoji na čamcu i promatra ribu koja se udaljava od njega. U jednom je trenutku horizontalna udaljenost između ribe i ribara jednaka 6 m i riba se nalazi na dubini od 1 m . Izračunaj indeks loma vode u kojoj se nalazi riba, uz pretpostavku da je indeks loma zraka $n = 1$, da su ribareve oči 2 m iznad površine vode i da zraka svjetlosti koja putuje od ribe do ribara prođe udaljenost u vodi od 1.4 m . Napravi skicu!

2. Predmet je postavljen na 20 cm od konvergentne leće žarišne daljine 30 cm . Koliko je udaljena slika od predmeta? Je li slika uspravna ili obrnuta, realna ili virtualna, i koliko je apsolutno povećanje slike? Izračunaj udaljenost između predmeta i slike kada biste umjesto konvergentne leće stavili divergentnu iste žarišne daljine. Detaljno skiciraj oba slučaja!

3. Monokromatska svjetlost upada na optičku rešetku konstante $d = 10 \mu\text{m}$. Odredi valnu duljinu svjetlosti ako je razlika kuteva na kojima opažamo maksimume 4. i 3. reda jednaka 9° . Koliko se maksimuma može opaziti?

4. Neka čestica mase m giba se velikom brzinom v_0 . Ako joj još povećamo brzinu za određeni iznos, njezina se ukupna energija poveća za 10% , a količina gibanja za 15% . Odredi početnu brzinu čestice v_0 . Ako je ta čestica nestabilna i živi samo $2.2 \mu\text{s}$ u sustavu u kojem ona miruje, odredi koliki put prijeđe u laboratorijskom sustavu ako se giba brzinom v_0 . Brzina svjetlosti je $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

5. Bijela svjetlost pod nekim kutem α (koji nije nužno mali) upada na tanki sloj ulja indeksa loma n (za koji možemo pretpostaviti da je neovisan o valnoj duljini) i debljine d , kao što je prikazano na slici. Kao rezultat javljaju se dvije izlazne zrake (1 i 2) koje dolaze do opažača u točki O . Odredi razliku optičkih putova te dvije zrake u ovisnosti o d , n i α . Pritom pripazi da prilikom refleksije na gušćem sredstvu zraka poprima dodatnu razliku u fazi od π . Napiši uvjet konstruktivne interferencije i odredi koja valna duljina ga zadovoljava u vidljivom spektru ($380\text{--}750 \text{ nm}$), ako je $\alpha = 70^\circ$, $n = 1.4$ i $d = 0.4 \mu\text{m}$. Indeks loma zraka je 1.



Željko Skoko