

Osnovne škole – zadatci

1. Drveni kvadar sastavljen je od dvaju zalijepljenih dijelova koji imaju istu bazu. Donji je sloj izrađen od drveta gustoće 600 kg/m^3 i visine 4 cm , a gornji sloj od drveta gustoće 500 kg/m^3 i visine 6 cm . Kvadar, na čijemu se vrhu nalazi metalna pločica mase 250 g , miruje na vodoravnom stolu, a tlak kojim pritišće stol, kada je postavljen na osnovicu, iznosi 800 Pa . Kvadar se s pločicom stavi u vodu gustoće 1000 kg/m^3 .

- Koliko iznosi površina osnovice kvadra?
- Do koje će dubine h kvadar biti uronjen u vodu?

Pretpostavi da je osnovica uronjenog kvadra neprestano paralelna s površinom vode i da kvadar pliva u vodi.

2. Na uputama za pripremu juhe iz vrećice piše da treba pomiješati 700 mL hladne vode sa sadržajem vrećice (60 g). Pritom je voda početno na temperaturi od $15 \text{ }^\circ\text{C}$, a sadržaj vrećice i lonac na temperaturi od $22 \text{ }^\circ\text{C}$. Juha se priprema u loncu mase 1.15 kg na grijaču snage 2400 W . Nakon što mješavina dosegne temperaturu vrenja vode, mješavini treba dovesti još 1008 kJ topline da bi juha bila gotova.

Ako od početka pripreme juhe do kraja treba 9 minuta i 8 sekundi, koliko iznosi specifični toplinski kapacitet praškastog sadržaja vrećice? Pretpostavi da nema prijenosa topline na okolinu.

Gustoća vode je 1000 kgm^{-3} . Specifični toplinski kapacitet vode je 4200 J/kgK , a metalnoga lonca 560 J/kgK .

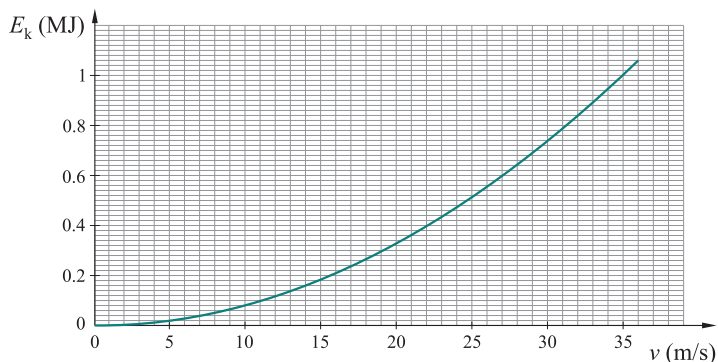
3. Ivan na biciklu i Mihael na električnom romobilu kreću istodobno s mjesta označenog kao START. Nakon 20 minuta Mihael se nalazi na mjestu označenom kao FINISH, i pritom je 6 km ispred Ivana. U tom se trenutku Mihael okrene i počne gibati prema Ivanu, te se oni susretnu 10 minuta nakon što se Mihael okrenuo.

- Kojim se brzinama gibaju Ivan i Mihael?
- Nakon njihova susreta Mihael se vratio na mjesto START, a Ivan je nastavio do mjesta FINISH. Koliko će vremena Mihael čekati na mjestu START da se i Ivan vrati na početno mjesto (START)?

Pretpostavi da se sve promjene smjerova gibanja događaju trenutno te da se Ivan i Mihael neprestano gibaju stalnim brzinama.

4. Kako bi izbjegao sudar s kamionom, vozač automobila pritisne kočnicu i ostavi trag na cesti duljine 87.5 m dok se zaustavlja. Policajac koji se našao u blizini i koji je vidio situaciju dao je vozaču automobila kaznu za prebrzu vožnju, tvrdeći da je vozio brže od 90 km/h , koliko iznosi maksimalna dopuštena brzina. Policajac je procijenio da je masa automobila i vozača 1600 kg i da je faktor kinetičkog trenja između guma i ceste 0.7 .

Na sljedećem je grafu prikazano kako kinetička energija automobila ovisi o brzini kojom se automobil giba. ($1 \text{ megadžul: } 1 \text{ MJ} = 1\,000\,000 \text{ J}$)



a) Koliku će kaznu platiti vozač ako je za prekoračenje brzine u naseljenom mjestu propisano sljedeće:

prekoračenje brzine	novčana kazna	prekoračenje brzine	novčana kazna
do 10 km/h	30 €	30 – 50 km/h	minimalno 390 €
10 – 20 km/h	60 €	više od 50 km/h	minimalno 1320 €
20 – 30 km/h	130 €		

b) Koliko bi iznosio trag kočenja da je vozač vozio maksimalnom dopuštenom brzinom?

5. Na elastičnu se oprugu konstante elastičnosti 15 N/m i duljine l_0 ovjesi uteg. Nakon što uteg istegne oprugu te postigne novi ravnotežni položaj, gravitacijska se potencijalna energija utega smanji za 3.75 J u odnosu na početni položaj (donji kraj opruge prije istezanja), a ukupna je duljina opruge pritom 62 cm .

Zatim se isti uteg pomoću te opruge povlači stalnom horizontalnom silom tako da se uteg giba stalnom brzinom po vodoravnoj hrapavoj podlozi duž puta od 0.8 m . Pritom se nad utegom obavi rad od 1.5 J . Koeficijent trenja između utega i podloge je 0.25 .

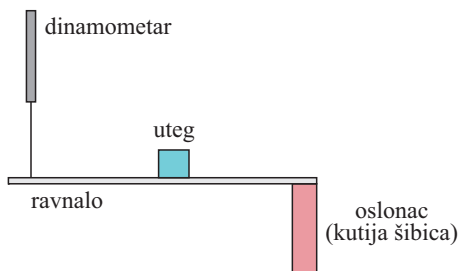
Koliko iznosi duljina opruge prilikom povlačenja utega stalnom brzinom po podlozi?

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

Osnovne škole – eksperimentalni zadaci

1. Ljepljivom trakom pričvrsti jedan kraj ravnala za kutiju šibica te napravi jednostranu polugu. Koncem priveži drugi kraj ravnala (npr. 1 cm od slobodnog kraja) i dinamometar, tako da dinamometar, koji držiš u ruci, pridržava polugu u ravnoteži. Na polugu postavi uteg.

Istraži kako položaj utega na poluzi utječe na silu koju pokazuje dinamometar.



a) Napravi tri mjerenja za tri različita položaja utega na ravnalu (pazi da je ravnalo neprestano vodoravno). Mjerenja prikaži tablično.

b) Na temelju svojih mjerenja izračunaj srednju masu svojega ravnala!

2. Istraži kako struja u glavnoj grani strujnog kruga ovisi o otporu strujnog kruga.

a) Jasno opiši svoj postupak.

b) Prikaži shemom strujni krug kojim se planiraš koristiti. Na shemi naznači koji dio planiraš mijenjati.

c) Provedi mjerenje za tri različita otpora strujnog kruga.

d) Grafički prikaži svoja mjerenja.

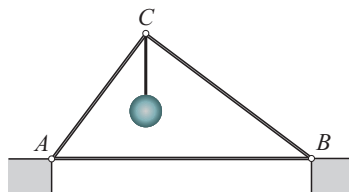
e) Što zaključuješ o odnosu struje u glavnoj grani i ukupnog otpora strujnog kruga?

Srednje škole – zadatci

1. skupina

1. Biciklist prelazi 2 jednaka brda u nizu, vozeći jednoliko uz i niz brda, redom brzinama: 8 m/s, 16 m/s, 4 m/s i 16 m/s. Putevi uz brdo i niz brdo iste su duljine. Odredite srednju brzinu biciklista.

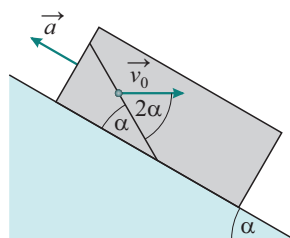
2. Teret težine 500 N obješen je sajlom zanemarive mase o vrh C nosača, koji čine tri nesavijljive šine, zanemarivih masa, povezane s tri glatka zglobna klina u trokut ABC , kao na slici. Horizontalna šipka \overline{AB} duga je 50 cm, a kose šipke $|AC| = 30$ cm i $|BC| = 40$ cm. Trenja su zanemariva. Sustav je u ravnoteži. Koliko iznose reakcije podloga u točkama oslonca A i B te sila koju šina \overline{AC} prenosi na oslonac u točki A ?



3. Jednaki automobili poredani su od startne linije jedan iza drugoga međusobno razmaknuti za polovicu duljine automobila. Početak prvog automobila je na startnoj liniji. U početnom trenutku svi istodobno kreću iz mirovanja jednako jednoliko ubrzano. Prvi automobil svojom duljinom prelazi startnu liniju za dvije sekunde. Koliko dugo 17. automobil svojom duljinom prelazi startnu liniju?

4. Tijelo mase 10 g bačeno je vertikalno uvis početnom brzinom 20 m/s. Sila otpora zraka iznosi 2.69 cN, a ubrzanje slobodnoga pada $g = 9.81$ m/s². Odredite vrijeme uspinjanja do maksimalne visine, ukupni prijeđeni put i ukupno proteklo vrijeme od izbačaja do povratka u početni položaj.

5. Vagon se giba akceleracijom $a = 1$ m/s² uz uzbrdicu koja s horizontalom zatvara kut $\alpha = 30^\circ$, kao na slici. U vagonu se nalazi kosina koja s podom vagona zatvara isti kut α , odnosno 2α s horizontalom. Tijelo padne na kosinu i odbije se početnom brzinom $v_0 = 1$ m/s, koja s kosinom zavrata kut 2α . Otpor je zraka zanemariv. Ubrzanje slobodnoga pada iznosi $g = 9.81$ m/s². Odredite udaljenost od početne točke udara u kosinu do sljedeće točke sudara s kosinom.



2. skupina

1. Primijećeno je da ako cilindrično tijelo napravljeno od jednog materijala postavimo da pluta u tekućini tako da mu je os simetrije vertikalno orijentirana, $1/3$ njegove visine bude ispod površine tekućine.

Ako zamijenimo polovicu prvotnog materijala cilindra s drugim te tako modificirani cilindar uronimo na isti način u istu tekućinu, on pak pluta s $2/3$ visine ispod površine tekućine. Odredite omjer gustoća prvog i drugog materijala.

2. Pri trenutačnom kvaru ventila vakuumskeg sustava u laboratoriju u postav ukupnog volumena 10 litara u kratkom vremenu ulazio je zrak. Ako je odmah poslije kvara utvrđeno da je tlak u postavu 1 milijatmosfera, odredite koliko je mola plina ušlo u sustav.

Pretpostavite da je u početnom trenutku postav ispunjen s 0.1 milimola zraka temperature 10 kelvina, da se zrak može opisati kao idealni plin i da se ulazak zraka u postav odvija kao slobodna ekspanzija plina (pri slobodnoj ekspanziji plin ne izmjenjuje toplinu s okolinom niti vrši rad). Pretpostavite i da je ambijentalna temperatura zraka 25 stupnjeva Celzijeva te da je tlak od 1 milijatmofere očitao tek nakon što se novopridošli zrak termalizirao s onim koji je u postavu bio i prije, no ne i sa stijenka postava.

3. Složeni pneumatički amortizer sastavljen je od cilindrične komore ispunjene jednoatomnim idealnim plinom, koja na jednom svom kraju ima bezmaseni klip. Klip u komori može kliziti bez trenja te je s drugim krajem komore spojen preko idealne opruge konstante 12 kN/m.

U procesu testiranja amortizer se fiksira za horizontalnu podlogu te se prema njegovu klipu lansira blok mase 10 kg brzinom 72 km/h. Nakon što je blok dotaknuo klip, u trenutku kada se on trenutačno prestao gibati, primijećeno je da se klip pomaknuo za točno polovicu početne duljine komore. Odredite duljinu komore u početnom trenutku.

U početnom trenutku opruga je opuštena te je volumen plina (koji odgovara volumenu komore) jednak 5 litara, a klip miruje. Zanimarite toplinski kapacitet opruge te pretpostavite da se sudar odvija tako brzo da plin ne stigne izmijeniti toplinu s okolinom. Dodatno, pretpostavite da je atmosferski tlak jednak jednoj atmosferi. Blok je takvih dimenzija da prilikom sudara s klipom ne dira stijenke komore amortizera te on po podlozi klizi bez trenja.

4. Grof Rumford je krajem 18. stoljeća izveo pokus kojim je pokazao da je teorija kalorika u termodinamici pogrešna. Proučite postav inspiriran njegovim pokusom koji se sastoji od cilindričnog bloka mjedi mase 4 tone posve uronjenog u cilindričnu bačvu ispunjenu vodom. Blok je uronjen tako da se njegov vrh nalazi 15 cm ispod površine vode. U bloku se u jednom trenutku počne bušiti rupa kako bi se proizvela topovska cijev. Nakon 10 sati bušenja primijećeno je da voda ključa te da se razina vode spustila za 2 cm.

a) Odredite koliko je topline oslobođeno procesom bušenja. Bačva je promjera 65 cm te je početni stupac vode u njoj visok 2 m. Uzmite da je početna temperatura i mjedi i vode jednaka 35 stupnjeva Celzijevih te da su temperature vode i sve mjedi uvijek jednake. Zanimarite toplinski kapacitet svrdla i bačve te sve toplinsko širenje. Pretpostavite da nema nikakvih gubitaka energije, da se sva toplina stvorena bušenjem prenosi isključivo na mjedeni blok i vodu te da sve strugotine mjedi koje nastaju bušenjem ostaju unutar bačve, potopljene u vodi.

b) Odredite prosječnu snagu bušilice te zaključite koliki je najmanji broj konja koji su morali biti upregnuti kako bi se pogonilo bušilicu. Pretpostavite da jedan konj u prosjeku proizvodi jednu konjsku snagu koja odgovara 745 W. Specifični toplinski kapacitet mjedi

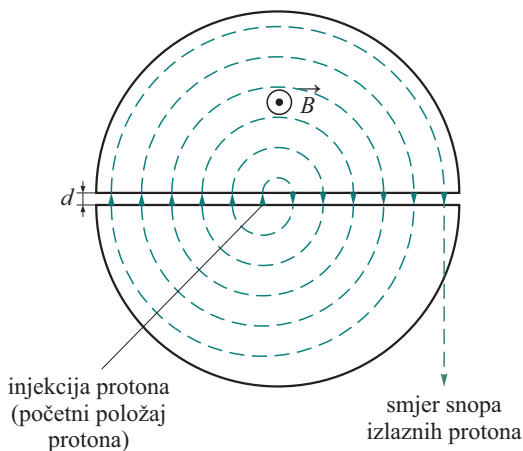
je 400 J/kgK , dok je specifični toplinski kapacitet vode 4190 J/kgK . Gustoća vode je 1000 kg/m^3 , a mjedi 8500 kg/m^3 . Latentna toplina isparavanja vode je 2.26 MJ/kg .

5. Radni ciklus toplinskog stroja, čija je radna tvar jednoatomni idealni plin, može se sastojati od jedne adijabatske, jedne izohorne i jedne izobarne promjene. Skicirajte sve moguće kružne procese koji mogu pogoniti ovaj stroj u p - V dijagramima. Naznačite koje promjene stanja odgovaraju kojemu dijelu dijagrama te u kojemu se smjeru odvijaju procesi. Odredite omjer korisnosti procesa s najvećom i najmanjom korisnosti ako je poznato da se u svim procesima u izobarnoj promjeni volumen plina promijeni za faktor 2.

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

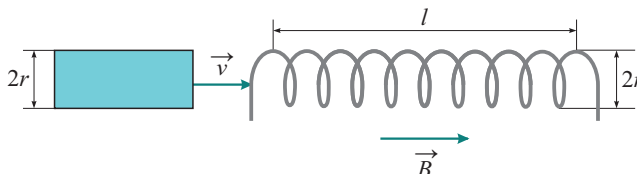
1. Ciklotron je uređaj koji se u fizici često upotrebljava za ubrzanje nabijenih čestica poput protona pomoću električnog i magnetskog polja. Sastoji se od dviju polukružnih polutki u kojima djeluje homogeno magnetsko polje i prostora između polutki u kojemu djeluje samo homogeno električno polje (vidi sliku). Magnetsko polje u polutkama okomito je na ravninu polutki i na smjer gibanja nabijene čestice. Električno polje između polutki paralelno je sa smjerom gibanja nabijene čestice kada ona uleti u prostor s električnim poljem (smjer električnog polja prikazan je na slici).



Proton ulijeće u ciklotron bez početne brzine u prostor s električnim poljem kako je prikazano na slici. U polutkama polumjera $R = 1 \text{ m}$ magnetsko je polje $B = 0.1 \text{ T}$. Razmak između polutki iznosi $d = 5 \text{ cm}$, dok je električno polje $E = 2 \text{ kV/m}$. Zanimajte relativističke efekte.

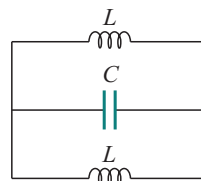
- Koliko iznosi energija protona nakon što izleti iz ciklotrona?
- Koliko krugova proton napravi prije nego što napusti ciklotron?
- Koliko iznosi srednja brzina protona u prvom krugu i koliko vremena protonu treba za prvi krug?

2. Idealna zavojnica polumjera $r = 10$ cm i duljine 1 m sastoji se od 500 zavoja u jednom sloju. Zavojnica se nalazi u homogenom paralelnom magnetskom polju $B = 0.1$ T usmjerenom uzduž osi zavojnice (vidi sliku). U zavojnicu započinjemo uvlačiti feromagnetsku jezgru u obliku cilindra duljine 50 cm te istog polumjera kao što je polumjer zavojnice. Feromagnetsku jezgru relativne permeabilnosti $\mu_r = 100$ uvlačimo konstantnom brzinom 0.1 m/s u smjeru paralelnom s osi zavojnice. Zanimajte rubne efekte. Pretpostavite da je magnetsko polje jezgre prisutno samo u jezgri i da iščezava izvan jezgre, te je unutar jezgre svugdje homogeno i paralelno s vanjskim poljem.



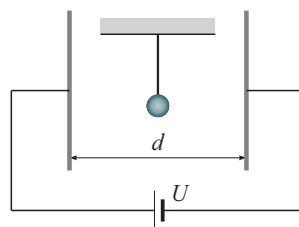
- Koliki se napon inducira u zavojnici u prvoj sekundi uvlačenja jezgre?
- Nacrtajte graf ovisnosti napona o vremenu za prvih 15 s (jezgru ste cijelu provukli kroz zavojnicu).

3. Kondenzator $C = 1.5 \mu\text{F}$ nabijemo vanjskim izvorom na napon $U_0 = 10$ V i zatim ga priključimo u trenutku $t = 0$ u idealni LC električni titrajni krug na slici. Prikazane su zavojnice jednake, a svaka je induktiviteta $L = 120$ mH.



- Kojom frekvencijom titra ovaj LC krug?
- Nakon koliko će se vremena kondenzator isprazniti?
- U kojemu će trenutku struja kroz zavojnice biti maksimalna i koliko ta struja iznosi?
- Koliko iznosi maksimalna energija magnetskog polja svake zavojnice?

4. Kuglica mase 20 g obješena je o nit nepoznate duljine i njiše se kao matematičko njihalo. Takvo matematičko njihalo nalazi se između dviju suprotno nabijenih paralelnih metalnih ploča razmaknutih 10 cm i spojenih na neki napon U . Dok je napon isključen, kuglica se njiše s periodom 0.9 s. Kada uključimo napon 10 V, period se skрати za 0.05 s. Odredite naboj na kuglici. Za dobiveni naboj i pri uključenom naponu odredite za koji će se ravnotežni kut otkloniti kuglica kada se ne njiše.



5. Na primar transformatora spojen je izvor napona gradske mreže ($U_{\text{eff}} = 230$ V, $f = 50$ Hz). Na sekundar transformatora serijski su spojeni zavojnica induktiviteta $L = 30$ mH i otpornik trošila $R = 500 \Omega$. Za potpun opis realnog transformatora pretpostavite da je na primar transformatora serijski spojen otpornik $R_1 = 130 \Omega$ koji odgovara otporu žica primarnog navoja (uključujući i ekvivalentne gubitke u željeznoj jezgri), dok je na sekundar serijski spojen otpornik $R_2 = 20 \Omega$ koji odgovara otporu žica u sekundaru. Primar transformatora čini 2000 zavoja, a sekundar ima 500 zavoja. Pretpostavite da su svi otpori i reaktancije takve da su svi naponi i struje, i na primaru i na sekundaru, iste faze. Koliko iznosi unutarnji otpor spojene zavojnice ako se na otporniku trošila troši $P = 5.5$ W snage?

Fizikalne konstante: $m_p = 1.673 \cdot 10^{-27}$ kg, $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ C, $g = 9.81$ m/s².

4. skupina

1. Mali predmet postavljen ispred sfernog zrcala daje na zastoru dvaput veću sliku od predmeta. Pomicanjem predmeta i zastora dobije se tri puta veća slika. Zastor je pritom pomaknut za 12 cm. Odredite je li predmet pomaknut prema zrcalu ili od njega i izračunajte za koliko je pomaknut.

2. Koherentni izvor svjetlosti nalazi se na visini $d = 0.1$ cm iznad ravnog zrcala. Nasuprot izvoru postavljen je vertikalni zastor na kojemu se pojavljuje interferencijska slika. Udaljenost zastora od izvora mnogo je veća od visine d . U početnom trenutku izvor se počinje jednoliko udaljavati od ravnine zrcala brzinom $v = 2$ cm/s.

a) Izrazite uvjet za konstruktivnu interferenciju pomoću valne duljine λ , udaljenosti zastora od izvora D , udaljenosti izvora od ravnog zrcala d , rednog broja maksimuma m i pripadne udaljenosti od središnjeg maksimuma y_m .

b) Nakon koliko se vremena širina pruga promijeni za faktor 2?

3. U Youngovu pokusu koriste se dvije pukotine nejednakih širina. Zbog razlike u širinama, titranje polja koje dolazi iz šire pukotine ima dvostruko veću amplitudu od onoga iz uže. Koherentna svjetlost iz objiju pukotina interferira na zaslonu. Intenzitet svjetlosti u svakoj točki zaslona proporcionalan je kvadratu iznosa rezultantnog vektora električnog polja, koji se dobiva superpozicijom doprinosa iz objiju pukotina. U točkama konstruktivne interferencije mjeri se maksimalni intenzitet iznosa I_m .

a) Izvedite izraz za kvadrat rezultantne amplitude A_R^2 u točki s faznom razlikom φ pomoću amplituda A_1 , A_2 i fazne razlike φ .

b) Izvedite izraz za intenzitet I na zaslonu u ovisnosti o maksimalnom intenzitetu I_m i faznoj razlici φ .

c) Odredite intenzitet na mjestu gdje je fazna razlika $\varphi = \pi$. Rezultat iskažite preko I_m .

4. Na dnu brodice napravljen je okrugli stakleni prozorčić za promatranje morskog dna. Promjer prozorčića jednak je $D = 40$ cm, a debljina stakla je zanemariva. Izračunajte maksimalnu površinu dna koja se vidi kroz prozorčić. Indeks loma morske vode je 1.4, a dno je udaljeno od prozorčića $h = 5$ m.

5. Uski snop monokromatske svjetlosti iz izvora S valne duljine $\lambda = 600$ nm širi se duž pozitivnog smjera x -osi i pada na zrcalo. Okomica na zrcalo zatvara jednake kutove s negativnim smjerom x -osi i pozitivnim smjerom y -osi. Zrcalo ima reflektivnost jednaku jedan; drugim riječima, zrcalo je savršeni reflektor. Električki izolirana metalna ploha ukupne površine 10 m² postavljena je paralelno s x -osi i iznad zrcala kako bi primila odbijenu zraku. Izlazni rad metala je $W_0 = 1.90$ eV. U prosjeku jedan od pedeset upadnih fotona uzrokuje emisiju fotoelektrona, a generirani fotoelektroni odmah se uklanjaju iz okoline. Snaga izvora je $P = 10$ mW. Pretpostavite da je metalna površina velika i zanemarite rubne efekte, te da naboj nakupljen na ploči ne utječe na proces emisije fotoelektrona.

a) Izračunajte iznos sile kojom snop djeluje na zrcalo.

b) Izračunajte površinsku gustoću naboja na metalnoj površini nakon $t = 0.1$ s.

c) Izračunajte maksimalnu kinetičku energiju emitiranih elektrona.

Fizikalne konstante: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ C, $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ Js.

Državno povjerenstvo za natjecanje iz fizike