

FIZIKA

Državna matura – školska godina 2025./2026.

1. rok

Detaljno riješeni zadatci

zadatci, ponuđeni odgovori, postupci i konačni rezultati

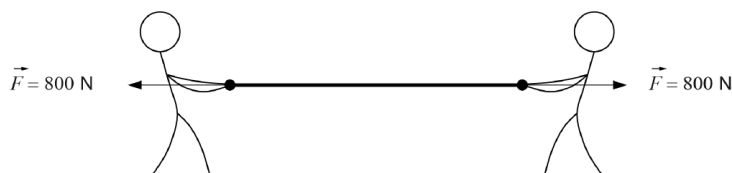
Priredio i riješio

Mihael Banožić, mag. phys.

1 Zadatci višestrukoga izbora

Zadatak 1.

Na slici su prikazane dvije osobe kako vuku konopac, svaka silom od 800 N, i pri tome se ne pomiču. Kolika je sila napetosti konopca?



- A. 0 N
- B. 400 N
- C. 800 N
- D. 1600 N

Rješenje.

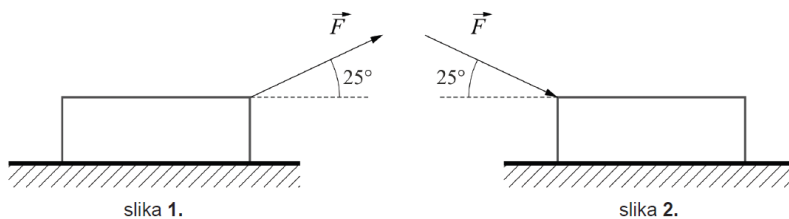
Osobe se ne pomiču, pa je konopac u ravnoteži. To znači da se sile koje djeluju na konopac međusobno poništavaju.

Lijeva osoba vuče konopac silom 800 N ulijevo, a desna osoba vuče konopac silom 800 N udesno. Te su sile jednakih iznosa i suprotnih orijentacija, zato je rezultantna sila na konopac jednaka nuli.

Točan odgovor: C.

Zadatak 2.

Osoba u prvome slučaju povlači, a u drugome gura kutiju silama F jednakoga iznosa. U obama je slučajevima kut sile u odnosu na horizontalu jednak 25° , a kutije su prešle jednaki put. Koja je tvrdnja točna za radove sile trenja W_{tr1} , W_{tr2} i iznose sile trenja F_{tr1} , F_{tr2} ?



- A. $W_{\text{tr1}} = W_{\text{tr2}}$, $F_{\text{tr1}} = F_{\text{tr2}}$
- B. $W_{\text{tr1}} = W_{\text{tr2}}$, $F_{\text{tr1}} < F_{\text{tr2}}$
- C. $W_{\text{tr1}} < W_{\text{tr2}}$, $F_{\text{tr1}} = F_{\text{tr2}}$
- D. $W_{\text{tr1}} < W_{\text{tr2}}$, $F_{\text{tr1}} < F_{\text{tr2}}$

Rješenje.

Silu trenja definiramo kao:

$$F_{\text{tr}} = \mu F_P.$$

U prvome slučaju sila ima komponentu prema gore, pa smanjuje pritisnu silu:

$$F_{P1} = mg - F \sin 25^\circ.$$

U drugome slučaju sila ima komponentu prema dolje, pa povećava pritisnu silu:

$$F_{P2} = mg + F \sin 25^\circ.$$

Zato vrijedi:

$$F_{P1} < F_{P2} \implies F_{\text{tr}1} < F_{\text{tr}2}.$$

Budući da su putovi jednaki, veća sila trenja daje veći rad trenja po iznosu. Prema ponuđenim odgovorima vrijedi:

$$W_{\text{tr}1} < W_{\text{tr}2}, \quad F_{\text{tr}1} < F_{\text{tr}2}.$$

Točan odgovor: D.

Zadatak 3.

Međunarodna svemirska postaja orbitira oko Zemlje na visini 400 km. Zbog trenja s atmosferom visina orbitiranja smanji se za 2 km. Koja je tvrdnja točna za iznos gravitacijske sile i obodne brzine ako je period kruženja ostao jednak?

- A. Iznosi sile i obodne brzine se smanje.
- B. Iznosi sile i obodne brzine se povećaju.
- C. Iznos sile se poveća, a obodne brzine se smanji.
- D. Iznos sile se smanji, a obodne brzine se poveća.

Rješenje.

Gravitacijska sila je:

$$F_G = G \frac{Mm}{r^2}.$$

Kad se visina smanji, udaljenost od središta Zemlje r se smanji, pa se F_G poveća.

Obodna brzina pri istome periodu je:

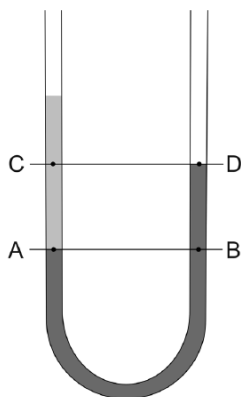
$$v = \frac{2\pi r}{T}.$$

Ako je T isti, a r se smanji, tada se v smanji.

Točan odgovor: C.

Zadatak 4.

Na slici je prikazana U-cijev ispunjena živom i vodom. Gustoća žive je 13.6 puta veća od gustoće vode. Koji odnos tlakova vrijedi?



- A. $p_A = p_B$ i $p_C = p_D$
- B. $p_A > p_B$ i $p_C > p_D$
- C. $p_A = p_B$ i $p_C > p_D$
- D. $p_A > p_B$ i $p_C = p_D$

Rješenje.

Točke A i B nalaze se na istoj visini u istome otvorenom sustavu, pa su im tlakovi jednaki:

$$p_A = p_B.$$

Točka C je dublje u stupcu u kojem iznad žive postoji voda. Hidrostatski tlak raste s dubinom i ovisi o gustoći tekućine:

$$p = \rho gh.$$

Zbog dodatnoga stupca vode iznad lijeve strane tlak u C veći je od tlaka u D:

$$p_C > p_D.$$

Točan odgovor: C.

Zadatak 5.

Idealni fluid gustoće ρ protječe kroz horizontalnu cijev. U širemu dijelu brzina je v_1 , a u užemu $v_2 = 3v_1$. Koliko iznosi omjer dinamičkih tlakova p_{d2}/p_{d1} ?

- A. $1/9$
- B. $1/3$
- C. 3
- D. 9

Rješenje.

Dinamički tlak računamo kao:

$$p_d = \frac{\rho v^2}{2}.$$

Zato je:

$$\frac{p_{d2}}{p_{d1}} = \frac{\frac{\rho v_2^2}{2}}{\frac{\rho v_1^2}{2}} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{(3v_1)^2}{v_1^2} = 9.$$

Točan odgovor: D.

Zadatak 6.

Koja tvrdnja najbolje opisuje čestičnu strukturu tvari?

- A. Sve su tvari građene od čestica koje miruju i između njih postoji prazan prostor.
- B. Sve su tvari građene od čestica koje miruju i između njih ne postoji prazan prostor.
- C. Sve su tvari građene od čestica koje se gibaju i između njih postoji prazan prostor.
- D. Sve su tvari građene od čestica koje se gibaju i između njih ne postoji prazan prostor.

Rješenje.

Prema čestičnome modelu tvari, tvari su građene od čestica. Čestice nisu nepomične, nego se gibaju, a između njih postoji prazan prostor.

Točan odgovor: C.

Zadatak 7.

Jedan mol idealnoga plina nalazi se u izoliranome čvrstom spremniku. Kroz malu rupicu iziđe 20% čestica plina. Proces je izoterman. Koja se veličina za preostali plin neće promijeniti?

- A. tlak plina
- B. volumen plina
- C. broj čestica plina
- D. unutarnja energija plina

Rješenje.

Spremnik je čvrst, pa mu se volumen ne mijenja. Broj čestica se smanji jer dio čestica iziđe. Temperatura ostaje ista jer je proces izoterman, ali unutarnja energija idealnoga plina ovisi o broju čestica i temperaturi:

$$U = \frac{3}{2}Nk_B T.$$

Kako se N smanji, smanji se i U . Tlak se također smanji jer iz jednadžbe $pV = nRT$, uz stalne V i T , slijedi $p \sim n$.

Ne mijenja se jedino volumen.

Točan odgovor: B.

Zadatak 8.

Zašto je preporučljivo koristiti se krpom kada se želi uhvatiti ugrijanu metalnu ručku lonca?

- A. da se poveća količina topline koja prijeđe s ručke lonca na ruku
- B. da se smanji količina topline koja prijeđe s ručke lonca na ruku
- C. da se poveća količina topline koja prijeđe s ruke na ručku lonca
- D. da se smanji količina topline koja prijeđe s ruke na ručku lonca

Rješenje.

Metalna ručka je toplija od ruke, pa toplina prelazi s ručke na ruku. Krpa je lošiji vodič topline od metala i zato smanjuje prijenos topline prema ruci.

Točan odgovor: B.

Zadatak 9.

Što će se dogoditi s efektivnom brzinom molekula idealnoga plina kad mu se termodinamička temperatura četverostruko poveća pri stalnome volumenu?

- A. Ostatak će stalna.
- B. Dvostruko će se smanjiti.
- C. Dvostruko će se povećati.
- D. Četverostruko će se povećati.

Rješenje.

Za idealni plin srednja kinetička energija molekula proporcionalna je temperaturi:

$$\overline{E_k} = \frac{3}{2} k_B T.$$

Budući da vrijedi $E_k \sim v^2$, slijedi:

$$v \sim \sqrt{T}.$$

Ako se temperatura poveća 4 puta, brzina se poveća $\sqrt{4} = 2$ puta.

Točan odgovor: C.

Zadatak 10.

Koja je tvrdnja za električne naboje točna?

- A. Naboji postoje samo u vodičima.
- B. Naboji postoje samo u izolatorima.
- C. Naboji postoje i u vodičima i u izolatorima.
- D. Naboji postoje u vodičima samo ako su vodiči spojeni na izvor napona.

Rješenje.

Električni naboji postoje i u vodičima i u izolatorima. Razlika je u tome što se u vodičima slobodni naboji mogu lakše gibati, dok su u izolatorima vezaniji uz atome ili molekule.

Točan odgovor: C.

Zadatak 11.

Elektron uleti u homogeno električno polje početnom brzinom okomitom na silnice električnoga polja. S kojim se gibanjem može usporediti gibanje elektrona?

- A. s vertikalnim hitcem
- B. s horizontalnim hitcem
- C. s jednolikim pravocrtnim gibanjem
- D. s jednolikim gibanjem po kružnici

Rješenje.

Električno polje djeluje silom u smjeru silnica, odnosno za elektron suprotno smjeru silnica. Početna brzina je okomita na silu. Dakle, u jednome smjeru elektron se giba jednoliko, a u drugome jednoliko ubrzano. To je analogno horizontalnom hitcu.

Točan odgovor: B.

Zadatak 12.

Bakreni vodič duljine ℓ i polumjera poprečnoga presjeka r ima otpor R . Koliko će iznositi otpor bakrenoga vodiča duljine 4ℓ i polumjera $2r$?

- A. $R/2$
- B. R
- C. $2R$
- D. $8R$

Rješenje.

Otpor vodiča je:

$$R = \rho \frac{\ell}{S}.$$

Površina poprečnoga presjeka kružnoga vodiča je:

$$S = r^2 \pi.$$

Novi vodič ima duljinu 4ℓ , a polumjer $2r$, pa je nova površina:

$$S' = \pi(2r)^2 = 4\pi r^2 = 4S.$$

Zato je:

$$R' = \rho \frac{4\ell}{4S} = \rho \frac{\ell}{S} = R.$$

Točan odgovor: B.

Zadatak 13.

Ravnim vodičem prolazi struja i na udaljenosti r od vodiča stvara magnetsko polje B . Koliko će biti magnetsko polje na udaljenosti $r/2$ od vodiča?

- A. $B/4$
- B. $B/2$
- C. $2B$
- D. $4B$

Rješenje.

Magnetsko polje ravnoga vodiča je:

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{I}{2\pi r}.$$

Dakle, B je obrnuto proporcionalno udaljenosti:

$$B \sim \frac{1}{r}.$$

Ako se udaljenost prepolovi, magnetsko polje se udvostruči:

$$B' = 2B.$$

Točan odgovor: C.

Zadatak 14.

Kroz zavojnicu induktiviteta L prolazi izmjenična struja frekvencije f . Što će se dogoditi s induktivnim otporom zavojnice ako se poveća frekvencija?

- A. Past će na nulu jer ne ovisi o frekvenciji.
- B. Povećat će se jer je proporcionalan frekvenciji.
- C. Ostat će isti jer ovisi samo o induktivitetu.
- D. Smanjit će se jer je obrnuto proporcionalan frekvenciji.

Rješenje.

Induktivni otpor zavojnice je:

$$R_L = L\omega.$$

Budući da je:

$$\omega = 2\pi f,$$

dobiva se:

$$R_L = 2\pi fL.$$

Induktivni otpor proporcionalan je frekvenciji, pa se povećanjem frekvencije povećava i R_L .

Točan odgovor: B.

Zadatak 15.

Na oscilator vlastite frekvencije f_0 djeluje vanjska periodička sila promjenjive frekvencije f . Za koju će frekvenciju prijenos energije biti najveći?

A. $f = 0.5f_0$

B. $f = f_0$

C. $f = 1.5f_0$

D. $f = 2f_0$

Rješenje.

Najveći prijenos energije događa se u rezonanciji, kada je frekvencija vanjske sile jednaka vlastitoj frekvenciji oscilatora:

$$f = f_0.$$

Točan odgovor: B.

Zadatak 16.

Sredstvom se širi transversalni val. Čestica sredstva u točki A u nekome trenutku nalazi se na vrhu brijega vala. Vrijeme potrebno da se čestica prvi sljedeći put nađe u ravnotežnome položaju iznosi 0.1 s. Kolika je frekvencija izvora vala?

A. 2.5 Hz

B. 5 Hz

C. 7.5 Hz

D. 10 Hz

Rješenje.

Od vrha brijega do prvoga sljedećeg prolaska kroz ravnotežni položaj prođe četvrtina perioda:

$$\frac{T}{4} = 0.1.$$

Zato je:

$$T = 4 \cdot 0.1 = 0.4 \text{ s.}$$

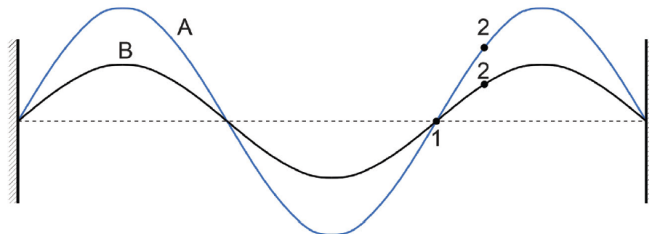
Frekvencija je:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.4} = 2.5 \text{ Hz.}$$

Točan odgovor: A.

Zadatak 17.

Na slici je prikazan isti stojni val u dvama različitim trenutcima, t_A i t_B . Koja je tvrdnja točna za iznose brzina točaka 1 i 2?



- A. Od t_A do t_B promijenio se iznos brzine obiju točaka.
- B. Od t_A do t_B iznos brzine obiju točaka ostao je jednak.
- C. Od t_A do t_B promijenio se iznos brzine točke 1, a iznos brzine točke 2 ostao je jednak.
- D. Od t_A do t_B promijenio se iznos brzine točke 2, a iznos brzine točke 1 ostao je jednak.

Rješenje.

Točka 1 je čvor stojnog vala. Čvor ne titra, pa mu je brzina stalno jednaka nuli.

Točka 2 nije čvor. Ona titra, pa joj se iznos brzine mijenja tijekom vremena. Zbog toga se od t_A do t_B promijenio iznos brzine točke 2, a iznos brzine točke 1 ostao je jednak.

Točan odgovor: D.

Zadatak 18.

Svjetlost valne duljine λ upada na dvije uske pukotine razmaknute za d . Zastor je udaljen za a , a razmak maksimuma je s_1 . Koliki će biti razmak s_2 ako se razmak pukotina poveća na $1.5d$, a udaljenost zastora na $2a$?

- A. $s_2 = 0.75s_1$
- B. $s_2 = 1.33s_1$
- C. $s_2 = 3s_1$
- D. $s_2 = 3.5s_1$

Rješenje.

Za interferenciju na dvije pukotine vrijedi:

$$\lambda = \frac{sd}{a}.$$

Budući da je λ ista, razmak maksimuma proporcionalan je omjeru a/d :

$$s \sim \frac{a}{d}.$$

Zato je:

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{\frac{2a}{1.5d}}{\frac{a}{d}} = \frac{2}{1.5} = 1.33.$$

Točan odgovor: B.

Zadatak 19.

Između kojih se područja elektromagnetskoga spektra nalazi ultraljubičasto zračenje?

- A. između radiovalova i vidljive svjetlosti
- B. između infracrvenoga zračenja i vidljive svjetlosti
- C. između rendgenskoga zračenja i gama zračenja
- D. između vidljive svjetlosti i rendgenskoga zračenja

Rješenje.

Redoslijed dijela elektromagnetskoga spektra je:

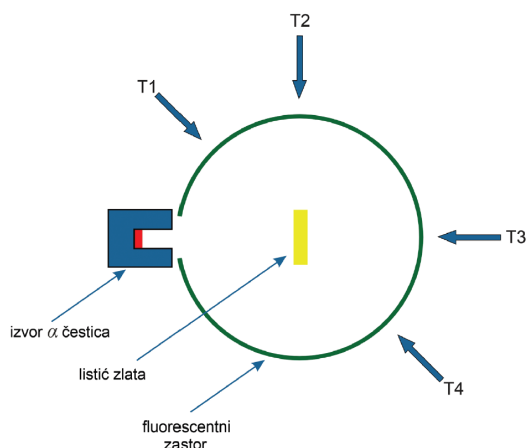
infracrveno $\rightarrow$ vidljivo $\rightarrow$ ultraljubičasto $\rightarrow$ rendgensko.

Ultraljubičasto zračenje nalazi se između vidljive svjetlosti i rendgenskoga zračenja.

Točan odgovor: D.

Zadatak 20.

U Rutherfordovu pokusu α -čestice izlaze iz izvora okomito na tanki listić zlata okružen fluorescentnim zastorom. U kojem području zastora ima najviše tragova?



- A. T1
- B. T2
- C. T3
- D. T4

Rješenje.

U Rutherfordovu pokusu većina α -čestica prolazi gotovo ravno kroz tanki listić zlata jer je atom najvećim dijelom prazan prostor. Zato najviše tragova nastaje u području koje je približno u smjeru početnoga gibanja čestica.

Točan odgovor: C.

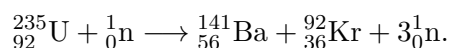
Zadatak 21.

Tijekom bombardiranja jezgre atoma ^{235}U događa se fisija u kojoj nastaju jezgre ^{141}Ba , ^{92}Kr i tri neutrona. Kojom se česticom bombardira jezgra ^{235}U ?

- A. fotonom
- B. protonom
- C. neutronom
- D. elektronom

Rješenje.

Uobičajena fisija uranija-235 nastaje apsorpcijom neutrona:



Bombardirajuća čestica je neutron.

Točan odgovor: C.

Zadatak 22.

Jezgra kojega će izotopa nastati nakon triju α -raspada i dvaju β^- -raspada jezgre ${}_{92}^{238}\text{U}$?

- A. ${}_{86}^{223}\text{X}$
- B. ${}_{88}^{226}\text{X}$
- C. ${}_{84}^{224}\text{X}$
- D. ${}_{86}^{224}\text{X}$

Rješenje.

Kod jednoga α -raspada maseni broj smanji se za 4, a atomski broj za 2:

$$A : 238 - 3 \cdot 4 = 226, \quad Z : 92 - 3 \cdot 2 = 86.$$

Kod jednoga β^- -raspada maseni broj ostaje isti, a atomski broj poveća se za 1. Nakon dvaju β^- -raspada:

$$Z = 86 + 2 = 88.$$

Nastaje jezgra:

$${}_{88}^{226}\text{X}.$$

Točan odgovor: B.

Zadatak 23.

Vrijeme poluraspada elementa A iznosi 20 min, a elementa B 40 min. Na početku uzorci imaju jednak broj jezgara. Koliki je omjer $N_A : N_B$ nakon 80 min?

- A. 1 : 16
- B. 1 : 4
- C. 1 : 1
- D. 4 : 1

Rješenje.

Za element A u 80 min prođu četiri vremena poluraspada:

$$80/20 = 4,$$

pa ostaje:

$$N_A = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{N_0}{16}.$$

Za element B prođu dva vremena poluraspada:

$$80/40 = 2,$$

pa ostaje:

$$N_B = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{N_0}{4}.$$

Omjer je:

$$N_A : N_B = \frac{N_0}{16} : \frac{N_0}{4} = 1 : 4.$$

Točan odgovor: B.

Zadatak 24.

Dva se svemirska broda gibaju jedan prema drugomu. Promatrač sa Zemlje mjeri da brzina broda A iznosi $0.7c$, a brzina broda B $0.4c$. S broda A šalje se radiosignal prema brodu B. Kolikom brzinom taj radiosignal dolazi prema brodu B?

- A. $0.3c$
- B. $0.4c$
- C. $0.7c$
- D. c

Rješenje.

Radiosignal je elektromagnetski val. Prema specijalnoj teoriji relativnosti, brzina svjetlosti u vakuumu jednaka je c za sve inercijalne promatrače. Zato brod B mjeri da mu radiosignal dolazi brzinom c .

Točan odgovor: D.

2 Zadatci produženoga odgovora

Zadatak 25.

Tijelo koje se giba početnom brzinom 2 m/s počne ubrzavati akceleracijom 2 m/s². Koliki put prijeđe tijelo nakon 5 s jednolikoga ubrzavanja?

Rješenje.

Zadano je:

$$v_0 = 2 \text{ m/s}, \quad a = 2 \text{ m/s}^2, \quad t = 5 \text{ s}.$$

Za jednoliko ubrzano gibanje koristimo formulu:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2.$$

Uvrštavanje:

$$s = 2 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 5^2.$$

Konačno dobivamo:

$$s = 35 \text{ m}.$$

Odgovor: Tijelo prijeđe put 35 m.

Zadatak 26.

Idealni plin pri stalnome tlaku $1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ poveća volumen za $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Koliki rad obavi plin u tom procesu?

Rješenje.

Zadano je:

$$p = 1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad \Delta V = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Rad plina pri stalnome tlaku je:

$$W = p \Delta V.$$

Uvrštavanje:

$$W = 1.5 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}.$$

Konačno dobivamo:

$$W = 600 \text{ J}.$$

Odgovor: Plin obavi rad 600 J.

Zadatak 27.

Za taljenje komada leda temperature 0°C potrebno je 79.92 kJ energije. Latentna toplota taljenja leda iznosi 333 kJ/kg , a specifični toplinski kapacitet leda iznosi 2050 J/(kg K) . Koliko bi topline bilo potrebno da se ista količina leda zagrije od -20°C do tališta?

Rješenje.

Prvo iz podatka o taljenju određujemo masu leda. Za taljenje vrijedi:

$$Q = m\lambda.$$

Iz toga je:

$$m = \frac{Q}{\lambda}.$$

Uvrstimo u gornju formulu:

$$m = \frac{79.92}{333} = 0.24\text{ kg}.$$

Sada treba zagrijati istu masu leda od -20°C do 0°C , pa je:

$$\Delta t = 20\text{ K}.$$

Toplina zagrijavanja je:

$$Q = mc\Delta t.$$

Uvrštavanje:

$$Q = 0.24 \cdot 2050 \cdot 20.$$

Konačno dobivamo:

$$Q = 9840\text{ J}.$$

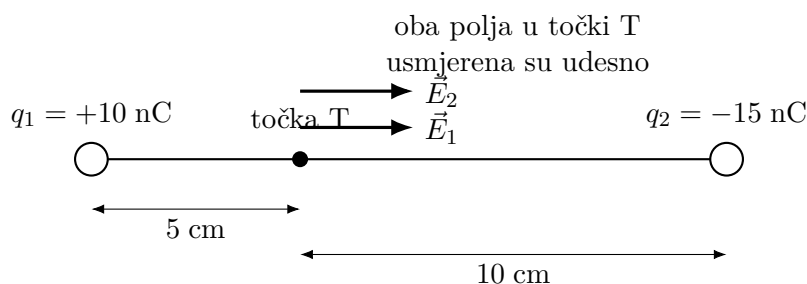
Odgovor: Potrebno je 9840 J , odnosno 9.84 kJ topline.

Zadatak 28.

Dva električna naboja, $q_1 = 10\text{ nC}$ i $q_2 = -15\text{ nC}$, nalaze se u sredstvu relativne električne permitivnosti $\varepsilon_r = 80$, a međusobno su razmaknuti 15 cm . Koliko iznosi električno polje u točki udaljenoj 5 cm od naboja q_1 , koja se nalazi na spojnici između tih dvaju naboja?

Rješenje.

Ovdje je ključno napraviti skicu kako bismo ispravno odredili orijentacije električnog polja u nekoj točki T .



Točka je između naboja. Naboj q_1 je pozitivan, pa električno polje koje on stvara ide od njega, prema desno. Naboj q_2 je negativan, pa električno polje u toj točki ide prema njemu, također prema desno. Zato se iznosi polja zbrajaju:

$$E_{\text{uk}} = E_1 + E_2.$$

Formula za električno polje točkastoga naboja u sredstvu je:

$$E = \frac{kq}{\varepsilon_r r^2}.$$

Udaljenosti su:

$$r_1 = 0.05 \text{ m}, \quad r_2 = 0.10 \text{ m}.$$

Za prvi naboj:

$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10 \cdot 10^{-9}}{80 \cdot 0.05^2} = 450 \text{ N/C}.$$

Za drugi naboj uzimamo iznos naboja:

$$E_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 15 \cdot 10^{-9}}{80 \cdot 0.10^2} = 168.75 \text{ N/C}.$$

Ukupno polje:

$$E_{\text{uk}} = 450 + 168.75 = 618.75 \text{ N/C}.$$

Odgovor: Električno polje iznosi 618.75 N/C, usmjereno prema naboju q_2 .

Zadatak 29.

Vodič duljine 1.5 m postavljen je okomito na silnice homogenoga magnetskog polja od $2 \mu\text{T}$. Kolika količina naboja prolazi presjekom vodiča svake sekunde ako na vodič djeluje magnetska sila od $0.3 \mu\text{N}$?

Rješenje.

Zadano je:

$$\ell = 1.5 \text{ m}, \quad B = 2 \cdot 10^{-6} \text{ T}, \quad F = 0.3 \cdot 10^{-6} \text{ N}.$$

Sila na vodič kojim teče struja u magnetskome polju je:

$$F = BI\ell \sin \alpha.$$

Vodič je okomit na silnice, pa je:

$$\alpha = 90^\circ, \quad \sin 90^\circ = 1.$$

Zato je:

$$F = BI\ell.$$

Iz toga slijedi:

$$I = \frac{F}{B\ell}.$$

Uvrštavanje:

$$I = \frac{0.3 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1.5} = 0.1 \text{ A.}$$

Struja je količina naboja u vremenu:

$$I = \frac{Q}{t}.$$

Za $t = 1 \text{ s}$ dobivamo:

$$Q = I \cdot t = 0.1 \cdot 1 = 0.1 \text{ C.}$$

Odgovor: Svake sekunde presjekom vodiča prođe 0.1 C naboja.

Zadatak 30.

Učenik je konvergentnu leću postavljao između svijeće i zastora. Za različite udaljenosti a od svijeće do leće zabilježio je udaljenost b od leće do zastora.

a/cm	b/cm
30.0	19.3
50.0	15.6
80.0	13.9
90.0	13.7

Kolika je srednja vrijednost žarišne daljine korištene leće?

Rješenje.

Za tanku leću vrijedi:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}.$$

Odavde je praktično računati:

$$f = \frac{ab}{a+b}.$$

Za svako mjerenje:

$$f_1 = \frac{30.0 \cdot 19.3}{30.0 + 19.3} = 11.74 \text{ cm,}$$

$$f_2 = \frac{50.0 \cdot 15.6}{50.0 + 15.6} = 11.89 \text{ cm,}$$

$$f_3 = \frac{80.0 \cdot 13.9}{80.0 + 13.9} = 11.84 \text{ cm,}$$

$$f_4 = \frac{90.0 \cdot 13.7}{90.0 + 13.7} = 11.89 \text{ cm.}$$

Srednja vrijednost je:

$$\bar{f} = \frac{f_1 + f_2 + f_3 + f_4}{4}.$$

Uvrštavanje:

$$\bar{f} = \frac{11.74 + 11.89 + 11.84 + 11.89}{4} = 11.84 \text{ cm.}$$

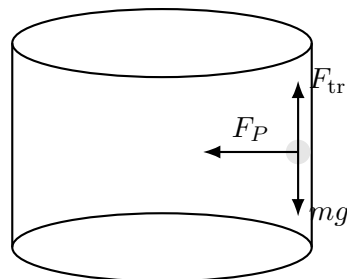
Odgovor: Srednja vrijednost žarišne daljine je 11.84 cm.

Zadatak 31.

U lunaparku se nalazi veliki vertikalni cilindar polumjera 2 m. U njemu se nalazi osoba mase 65 kg naslonjena uz zid cilindra. Cilindar se vrti sve brže dok ne postigne period 1.5 s. Tada dno propadne, ali osoba ne padne. Koliki je faktor trenja između osobe i cilindra?

Rješenje.

Skicirajmo danu situaciju. Ključno je označiti sile koje djeluju na osobu.



cilindar se vrti oko vertikalne osi

Osoba ne pada jer je sila trenja prema gore barem jednaka težini:

$$F_{\text{tr}} = mg.$$

Maksimalna sila trenja je:

$$F_{\text{tr}} = \mu F_P.$$

Zato vrijedi:

$$\mu F_P = mg.$$

Pritisna sila zida daje centripetalnu silu:

$$F_P = m \frac{v^2}{r}.$$

Brzina kruženja je:

$$v = \frac{2\pi r}{T}.$$

Uvrštavanje:

$$v = \frac{2\pi \cdot 2}{1.5} = 8.38 \text{ m/s.}$$

Sada iz $\mu F_P = mg$:

$$\mu = \frac{mg}{m \frac{v^2}{r}}.$$

Masa se pokrati:

$$\mu = \frac{gr}{v^2}.$$

Uvrštavanje:

$$\mu = \frac{10 \cdot 2}{8.38^2} = 0.28.$$

Odgovor: Faktor trenja iznosi približno 0.28.

Zadatak 32.

U drveni blok A mase 250 g, koji miruje na horizontalnoj podlozi, udari drveni blok B mase 350 g brzinom 5 m/s i nastave se gibati zajedno. Njima u susret giba se blok C mase 500 g brzinom 8 m/s te udara u njih. Nakon sudara sva tri bloka gibaju se zajedno. Kolika je kinetička energija svih triju blokova nakon sudara? Trenje zanemariti.

Rješenje.

Uvedimo pozitivan smjer u smjeru gibanja bloka B prije prvoga sudara. Smjer smo proizvoljno izabrali i moramo ga se držati do kraja zadatka!

Mase su:

$$m_A = 0.250 \text{ kg}, \quad m_B = 0.350 \text{ kg}, \quad m_C = 0.500 \text{ kg}.$$

Prvi sudar: blok B udara u blok A koji miruje. Nakon sudara A i B gibaju se zajedno brzinom v_{AB} . Zakon očuvanja količine gibanja daje:

$$m_B v_B = (m_A + m_B) v_{AB}.$$

Odavde je:

$$v_{AB} = \frac{m_B v_B}{m_A + m_B}.$$

Uvrštavanje:

$$v_{AB} = \frac{0.350 \cdot 5}{0.250 + 0.350} = 2.92 \text{ m/s}.$$

Drugi sudar: blok C dolazi u susret, pa mu brzinu uzimamo s negativnim predznakom:

$$v_C = -8 \text{ m/s}.$$

Nakon sudara sva tri bloka gibaju se zajedno brzinom v . Opet vrijedi očuvanje količine gibanja:

$$(m_A + m_B) v_{AB} + m_C v_C = (m_A + m_B + m_C) v.$$

Uvrštavanje:

$$(0.250 + 0.350) \cdot 2.92 + 0.500 \cdot (-8) = (0.250 + 0.350 + 0.500) v.$$

Konačno:

$$1.75 - 4.00 = 1.10 v.$$

Zato je:

$$v = -2.05 \text{ m/s.}$$

Negativan predznak znači da se sva tri bloka nakon sudara gibaju u smjeru u kojem se prije sudara gibao blok C.

Kinetička energija nakon sudara je:

$$E_k = \frac{(m_A + m_B + m_C)v^2}{2}.$$

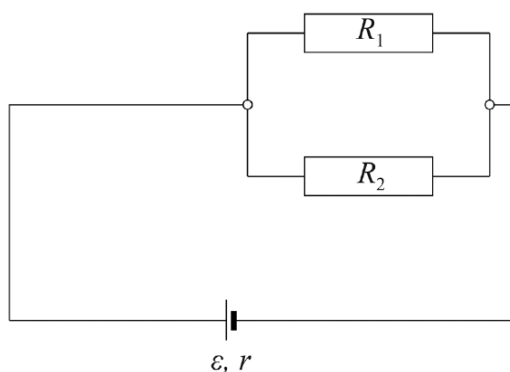
Uvrštavanje:

$$E_k = \frac{1.10 \cdot 2.05^2}{2} = 2.3 \text{ J.}$$

Odgovor: Kinetička energija svih triju blokova nakon sudara iznosi 2.3 J.

Zadatak 33.

Na slici je prikazan strujni krug u kojemu su na izvor elektromotornoga napona ε i unutarnjega otpora $r = 4\Omega$ spojena dva otpornika $R_1 = 20\Omega$ i $R_2 = 30\Omega$. Pritom struja kroz otpornik R_1 iznosi I_1 . Zatim se iz strujnog kruga isključi otpornik R_2 , pri čemu kroz R_1 prolazi struja I_2 . Koliki je omjer I_1/I_2 ?



Rješenje.

Prvo su otpornici R_1 i R_2 spojeni paralelno. Njihov ekvivalentni otpor je:

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Uvrštavanje:

$$R_{12} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12\Omega.$$

Ukupni otpor s unutarnjim otporom izvora je:

$$R_{uk1} = R_{12} + r = 12 + 4 = 16\Omega.$$

Struja koju daje izvor u prvome slučaju je:

$$I = \frac{\varepsilon}{16}.$$

Napon na paralelnome spoju je napon izvora umanjen za pad napona na unutarnjem otporu:

$$U_{12} = \varepsilon - Ir.$$

Uvrštavanje:

$$U_{12} = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{16} \cdot 4 = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{4} = \frac{3}{4}\varepsilon.$$

Struja kroz R_1 u prvome slučaju je:

$$I_1 = \frac{U_{12}}{R_1} = \frac{\frac{3}{4}\varepsilon}{20} = \frac{3\varepsilon}{80}.$$

U drugome slučaju otpornik R_2 je isključen, pa su u krugu samo R_1 i r :

$$R_{\text{uk2}} = R_1 + r = 20 + 4 = 24\Omega.$$

Zato je:

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{24}.$$

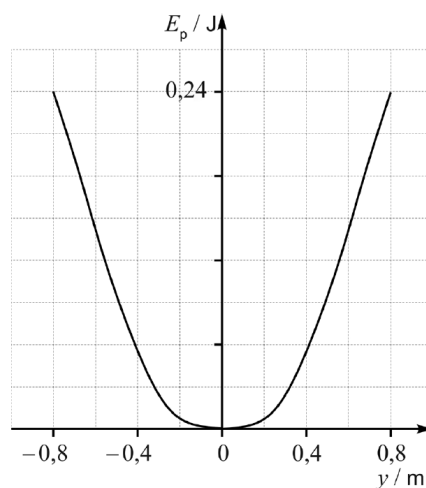
Omjer je:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{3\varepsilon}{80}}{\frac{\varepsilon}{24}} = \frac{3}{80} \cdot 24 = 0.9.$$

Odgovor: Omjer struja je $I_1/I_2 = 0.9$.

Zadatak 34.

Na slici je prikazan graf ovisnosti potencijalne energije o elongaciji za tijelo mase 100 g koje harmonijski titra. Početni fazni kut je nula. Koliko iznosi akceleracija tijela u trenutku $t = 2$ s?



Rješenje.

S grafa očitavamo da je maksimalna elongacija, tj. amplituda:

$$A = 0.8 \text{ m},$$

a tada je potencijalna energija (takoder očitamo s grafa):

$$E_p = 0.24 \text{ J.}$$

Za harmonijski oscilator potencijalna energija u krajnjem položaju je:

$$E_p = \frac{1}{2}kA^2.$$

Iz toga određujemo konstantu opruge:

$$k = \frac{2E_p}{A^2}.$$

Uvrštavanje:

$$k = \frac{2 \cdot 0.24}{0.8^2} = 0.75 \text{ N/m.}$$

Masa tijela je:

$$m = 0.1 \text{ kg.}$$

Za harmonijsko titranje vrijedi:

$$\omega^2 = \frac{k}{m}.$$

Uvrštavanje:

$$\omega^2 = \frac{0.75}{0.1} = 7.5 \text{ s}^{-2}.$$

Početni fazni kut je nula, pa za elongaciju možemo pisati:

$$y = A \sin(\omega t).$$

Akceleracija je:

$$a = -\omega^2 A \sin(\omega t).$$

Budući da je:

$$\omega = \sqrt{7.5} = 2.74 \text{ rad/s,}$$

za $t = 2 \text{ s}$ vrijedi:

$$a = -7.5 \cdot 0.8 \cdot \sin(2.74 \cdot 2).$$

Konačno:

$$a = 4.3 \text{ m/s}^2.$$

Odgovor: Akceleracija tijela u trenutku $t = 2 \text{ s}$ iznosi približno 4.3 m/s^2 .

Zadatak 35.

Aluminijska pločica obasja se elektromagnetskim zračenjem valne duljine 200 nm. Izlazni rad za aluminij iznosi 4.1 eV. Kolika je de Broglieva valna duljina izbačenoga fotoelektrona?

Rješenje.

Energija fotona je:

$$E_f = \frac{hc}{\lambda}.$$

Uvrštavanje:

$$E_f = \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{200 \cdot 10^{-9}} = 9.94 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Pretvorimo tu energiju u elektronvolte:

$$E_f = \frac{9.94 \cdot 10^{-19}}{1.6 \cdot 10^{-19}} = 6.21 \text{ eV}.$$

Fotoelektrični učinak opisuje jednačba:

$$E_f = W_i + E_k.$$

Zato je kinetička energija fotoelektrona:

$$E_k = E_f - W_i = 6.21 - 4.1 = 2.11 \text{ eV}.$$

U džulima:

$$E_k = 2.11 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 3.38 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Kinetička energija elektrona je:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Odavde je brzina:

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}.$$

Uvrštavanje:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 3.38 \cdot 10^{-19}}{9.11 \cdot 10^{-31}}} = 8.61 \cdot 10^5 \text{ m/s}.$$

De Broglieva valna duljina je:

$$\lambda = \frac{h}{mv}.$$

Uvrštavanje:

$$\lambda = \frac{6.626 \cdot 10^{-34}}{9.11 \cdot 10^{-31} \cdot 8.61 \cdot 10^5} = 8.44 \cdot 10^{-10} \text{ m}.$$

Odgovor: De Broglieva valna duljina fotoelektrona iznosi $8.44 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.