

Općinsko natjecanje iz fizike 2020/2021
Srednje škole – 1. grupa

VAŽNO: Tijekom ispita **ne smijte imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...)**. Za pisanje koristite kemijsku olovku ili nalivpero. **Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.**

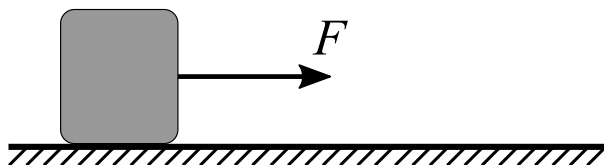
1. zadatak (11 bodova)

Ana trči na stazi duljine 60 m. Ana počinje trčati iz mirovanja, prve dvije sekunde gibanja jednoliko ubrzava, a zatim trči jednolikom brzinom. Cijelu stazu Ana pretrči za 9 s.

- a) Izračunajte ubrzanje Ane i brzinu jednolikog trčanja.
- b) Izračunajte srednju brzinu Ane po putu.
- c) Nacrtajte graf ovisnosti položaja Ane o vremenu i graf ovisnosti brzine Ane o vremenu.

2. zadatak (9 bodova)

Na horizontalnoj podlozi miruje sanduk s teretom ukupne mase 12 kg. Sanduk se želi pomaknuti tako da se vuče užetom primjenjujući silu od $F = 90$ N, kao što je prikazano na slici. Koeficijent trenja između sanduka i podloge je 0.11. Uže pukne 0.5 s nakon početka gibanja. Izračunajte ukupni put koji prijeđe sanduk do zaustavljanja. Uzmite da je gravitacijsko ubrzanje $g = 10$ m/s².



3. zadatak (10 bodova)

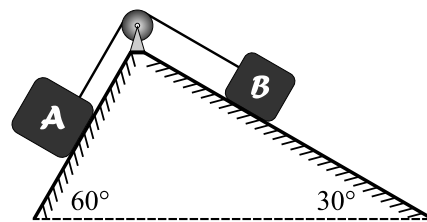
Automobil se nalazi iza kamiona na određenoj udaljenosti na ravnoj cesti. Automobil i kamion počinju se gibati u istom trenutku, oba se gibaju jednoliko ubrzano po istom pravcu. Ubrzanje kamiona je 1.70 m/s², a ubrzanje automobila 2.55 m/s². Automobil sustiže kamion nakon što je kamion prešao 40 m.

- a) Izračunajte udaljenost automobila i kamiona u početnom trenutku.
- b) U trenutku sustizanja kamiona automobil prestaje ubrzavati te se dalje giba jednoliko po pravcu, a kamion nastavlja ubrzavati, ali dvostruko manjim ubrzanjem. Izračunajte trenutak u kojem će se automobil i kamion ponovo susresti.
- c) Izračunajte maksimalnu udaljenost automobila i kamiona između dva trenutka susretanja.

Napomena: udaljenost između automobila i kamiona u svim slučajevima odnosi se na udaljenost prednjih krajeva vozila, odnosno duljine vozila nije potrebno uzimati u obzir.

4. zadatak (10 bodova)

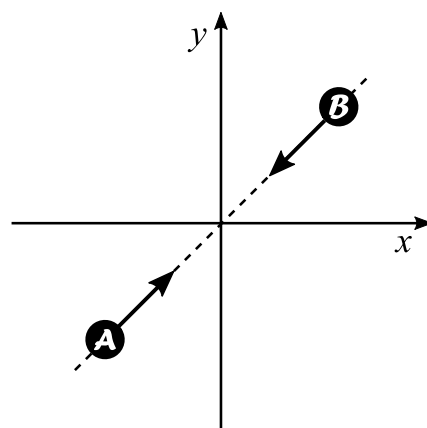
Dva tijela masa $m_A = 5 \text{ kg}$ i $m_B = 3 \text{ kg}$ povezana su nerastezljivim užetom zanemarive mase preko koluture zanemarive mase i nalaze se na kosini, kao što je prikazano na slici. Sustav se pusti da se giba iz mirovanja. Koeficijent trenja između tijela A i podloge je 0.15, a koeficijent trenja između tijela B i podloge je 0.2.



- Izračunajte iznos i smjer ubrzanja tijela A i B.
- Izračunajte napetost užeta.

5. zadatak (10 bodova)

Dvije kuglice gibaju se u xy ravnini kao što je prikazano na slici. Masa kuglice A je $m_A = 100 \text{ g}$, a masa kuglice B je $m_B = 200 \text{ g}$. Kuglice se gibaju po pravcu koji je simetrala 1. i 3. kvadranta prema ishodištu koordinatnog sustava brzinama jednakog iznosa $v = 18 \text{ cm/s}$. Kuglice se sudaraju u ishodištu koordinatnog sustava te se nakon sudara gibaju zajedno. Zanemarite trenje, otpor zraka i dimenzije kuglica.



- Odredite položaj kuglica 5 s nakon sudara.
- Izračunajte koliko se energije pretvorilo u toplinu u sudaru.

OPĆINSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 8. veljače 2021.

Srednje škole – 2. skupina

VAŽNO: Tijekom ispita **ne smijete imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...)**. Za pisanje koristite kemijsku olovku ili nalivpero. **Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.**

1. zadatak (10 bodova)

Tijelo mase 10.0 kg i volumena 0.4 m³ postavljeno je na glatku nepomičnu kosinu nagnutu za 30.0 ° u odnosu na horizontalu. S kosinom se izvode dva pokusa spuštanja tijela. U prvom pokusu cjelokupni sustav (masa + kosina) postavljeni su u vakuumu. U drugom pokusu sustav je uronjen u sumporov heksafluorid gustoće 6.16 g/L. Nacrtajte graf sa silama i njezinim komponentama koje djeluju na tijelo u početnom trenutku. Izračunajte brzinu mase na dnu kosine, nakon 4.00 s, ako masa s vrha kosine krene iz mirovanja, u slučaju kad je sustav (masa + kosina) u vakuumu i kad je uronjen u plinu. Zanimarite sva trenja.

2. zadatak (8 bodova)

Kazaljke sata pokazuju 3 sata. Za koliko vremena se kazaljke prvi put nađu pod pravim kutom?

3. zadatak (10 bodova)

Otvoreni spremnik ispunjen je fluidom nepoznate gustoće ρ_2 , koji se ne može miješati s vodom, i vodom gustoće $\rho_1 = \rho_{\text{voda}}$. U spremnik je uronjen cilindar gustoće $\rho_3 = 0.4 \text{ kg/dm}^3$ koji se kreće bez trenja duž vertikalne osi, (npr. uzduž okomite nepomične šipke/vodilice). Polumjer cilindra je $r = 0.5 \text{ m}$, a visina $h = 2.5 \text{ m}$. U početnom položaju donja ploha cilindra nalazi se na 1.0 m od dna posude; nivo vode od dna je 1.2 m, a nepoznati fluid je 2.2 m od dna posude (pri čemu je njihova težina u ravnoteži sa hidrostatičkim silama). Odredite silu kojom treba djelovati na cilindar da bi se on, u odnosu na početni položaj, spustio za $\Delta z = 0.50 \text{ m}$ i gustoću nepoznatog fluida. Zanimarite dimenzije šipke i pretpostavite da je spremnik dovoljno velikog kapaciteta da se pri pomicanju cilindar ne mijenjaju nivoi fluida.

4. zadatak (12 bodova)

Voda teče u okomitoj cijevi konusnog oblika, visokoj 10 m i s presjekom 10 cm² na najnižem kraju, te 30 cm² na najvišem kraju. Statički tlak na najvišem kraju cijevi je 10⁵ Pa, dok je tlak na najnižem kraju 2.01 × 10⁴ Pa. Koliko m³ vode u sekundi prolazi kroz cijev?

5. zadatak (10 bodova)

Tijelo u zraku teško je $F_1 = 15 \text{ N}$. Kad je uronjeno u vodu teško je $F_2 = 12 \text{ N}$. Uronjeno u nepoznatu tekućinu teško je $F_3 = 13 \text{ N}$. Izračunajte gustoću tijela i nepoznate tekućine.

Fizikalne konstante:

$$g=9.81 \text{ m/s}^2$$

$$R= 8.31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\rho_{\text{atm}}=10^5 \text{ Pa}$$

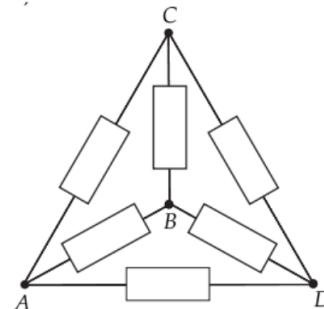
$$\rho_{\text{vode}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Zadaci za općinsko natjecanje 2021. – 3. skupina

Zadatak 1 (10 bodova)

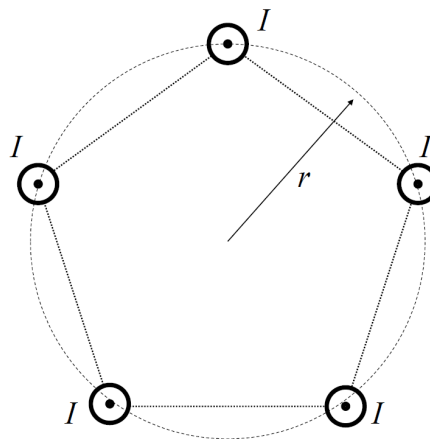
U danoj tetraedarskoj petlji otpornika kao na slici svi otpori su jednaki i iznose $R = 10 \Omega$. Nađi struju kroz otpornike R_{AB} , R_{AD} i R_{CD} te padove napona na tim otpornicima ako je među točkama A i B narinut napon $V = 24 \text{ V}$.

Napomena: R_{AB} otpornik je spojen na točke A i B . Isto nazivlje prate i drugi otpornici.



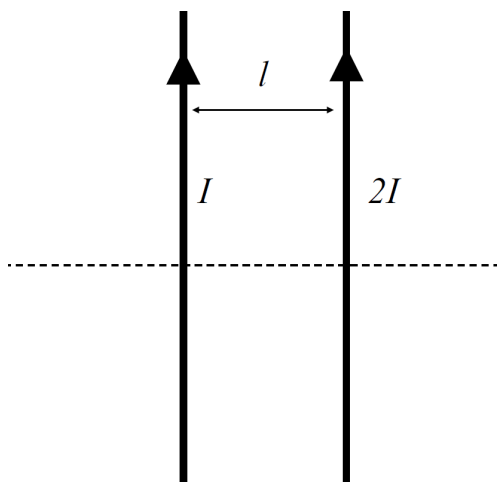
Zadatak 2 (10 bodova)

Struja $I = 100 \text{ A}$ teče kroz pet žica koje su na vrhovima pravilnog peterokuta (slika). Smjer struje je "iz papira." Krug koji opisuje peterokut ima radijus $r = 5 \text{ mm}$. Nađi vrijednost magnetskog polja u sredini kruga koje potječe od samo jedne žice i skiciraj mu smjer. Nađi ukupno magnetsko polje u sredini kruga!



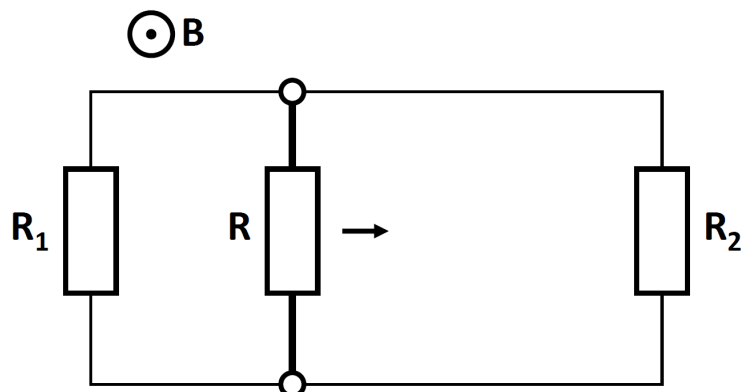
Zadatak 3 (10 bodova)

Dva ravna paralelna vodiča međusobno su udaljena za l . Kroz jedan vodič teče struja I a kroz drugi $2I$, kao na slici. Obje struje teku u istom smjeru. Treći vodič, kroz koji teče struja I , nalazi se u istoj ravnini kao i prva dva, te je paralelan s njima. Položaj i smjer struje trećeg vodiča je takav da sila na prvi vodič I iščezava. Nađi sve moguće položaje trećeg vodiča i pripadne smjerove struje u njemu.



Zadatak 4 (10 bodova)

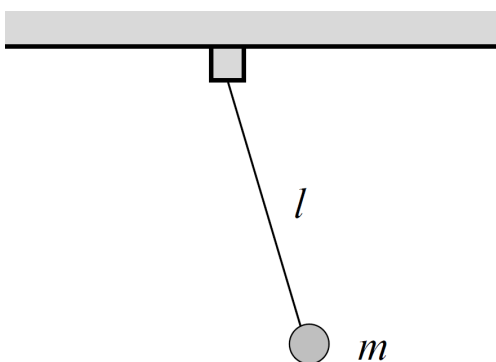
Pravokutni strujni krug sa klizećim kontaktom duljine $l = 10$ cm nalazi se u jednoličnom magnetskom polju iznosa $B = 3$ T, okomitom na ravninu kruga. Klizeći kontakt ima otpor R , a dva kraja kruga otpore R_1 i R_2 . Nađi napon induciran u krugu kada se klizeći kontakt pomiće prema otporu R_2 brzinom $v = 1$ m/s. Označi na krugu smjer struja kroz pojedine otpornike!



Zadatak 5 (10 bodova)

Kuglica mase $m = 200$ g visi na niti duljine $l = 10$ cm koja je za nosač učvršćena trenjem o materijal. Kada se kuglica njiše na niti, u kojem trenutku tog titranja je na nit najveća sila napetosti?

Svakim titrajem nit malo sklizne iz svog nosača, time čineći efektivnu duljinu niti za $\Delta = 5$ mm većom. Koliko će vremena proći da se duljina niti produži tako da joj je nova duljina $l' = 13$ cm? Napomena: uzmite da klizanje (produljenje) niti ne utječe značajno na promjenu frekvencije trenutnog perioda njihaja.

**VAŽNO:**

Tijekom ispita ne smijete imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje koristite kemijsku olovku ili nalivpero. Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

OPĆINSKO NATJECANJE IZ FIZIKE

- srednje škole: IV. grupa -

08.02.2021.

1. U čaši koja miruje na stolu nalazi se voda gustoće $\rho = 1.00 \text{ g/cm}^3$. Kojom se brzinom mora gibati promatrač za kojeg voda u čaši ima gustoću kao i željezo, $\rho' = 7.87 \text{ g/cm}^3$?

[10 BODOVA]

2. Mirujuća čestica mase m se raspala na jednu česticu mase $m/2$ i jednu bezmasenu česticu. Odredite kojom se brzinom giba čestica mase $m/2$ nakon raspada.

[10 BODOVA]

3. Slika predmeta koji se nalazi na nekoj udaljenosti ispred zakrivljenog zrcala jest obrnuta i dvostruko manja od veličine samog predmeta. Ukoliko predmet približimo zrcalu za $d = 25 \text{ cm}$, tada njegova slika postaje uspravna i dvostruko veća od prave veličine. Odredite o kakvom se zrcalu radi, te skicirajte nastanak slike prije i poslije pomicanja predmeta. Izračunajte i polumjer zakrivljenosti zrcala R .

[12 BODOVA]

4. Nepolarizirana zraka svjetlosti upada iz vakuuma pod određenim kutom na optičko sredstvo indeksa loma n . Odredite n , kao i upadni kut svjetlosti α , ako je poznato da se reflektirana zraka potpuno polarizira, a lomljena zraka se lomi pod kutom $\beta = 20^\circ$.

[8 BODOVA]

5. Koherentna svjetlost frekvencije $f = 7 \times 10^{14} \text{ Hz}$ upada na dvije pukotine, te može opaziti interferencijski uzorak na zaslonu udaljenom $\ell = 2.1 \text{ m}$ od pukotina. Ako se razmak među pukotinama udvostruči, razmak između tamnih pruga na zastoru se smanji za $\Delta s = 1 \text{ mm}$. Odredite početni razmak među pukotinama d .

[10 BODOVA]

Vrijednosti fizikalnih konstanti:

- brzina svjetlosti: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$;

VAŽNO: Tijekom ispita ne smijete imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule). Za pisanje, koristite kemijsku olovku ili naliveperu. Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

Općinsko natjecanje iz fizike 2020/2021
Srednje škole – 1. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (11 bodova)

U prve dvije sekunde gibanja Ana se giba jednoliko ubrzano pa vrijede sljedeće jednadžbe:

$$s_1 = \frac{1}{2}at_1^2, \text{ (1 bod)}$$

$$v_1 = at_1, \text{ (1 bod)}$$

gdje je $t_1 = 2$ s. Sljedećih $t_2 = 7$ s Ana se giba jednoliko pa vrijedi sljedeća jednadžba:

$$s_2 = v_1t_2. \text{ (1 bod)}$$

Također vrijedi:

$$s = s_1 + s_2,$$

$$s = \frac{1}{2}at_1^2 + v_1t_2,$$

$$s = \frac{1}{2}at_1^2 + at_1t_2,$$

$$s = a \left(\frac{1}{2}t_1^2 + t_1t_2 \right),$$

$$a = \frac{s}{\frac{1}{2}t_1^2 + t_1t_2} = \frac{60 \text{ m}}{\frac{1}{2} \cdot 4 \text{ s}^2 + 2 \cdot 7 \text{ s}^2} = 3.75 \text{ m/s}^2. \text{ (2 boda)}$$

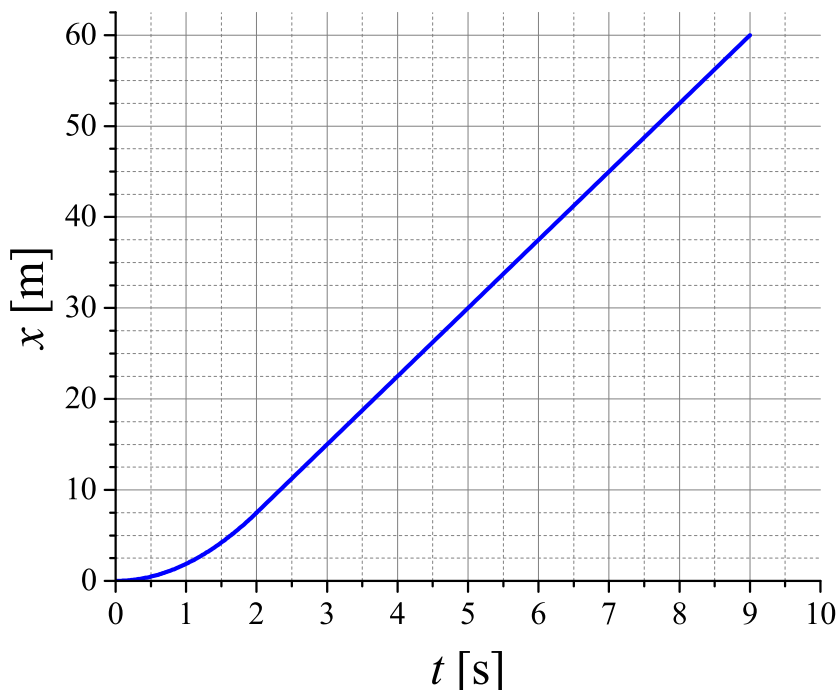
Brzina jednolikog gibanja Ane jednaka je:

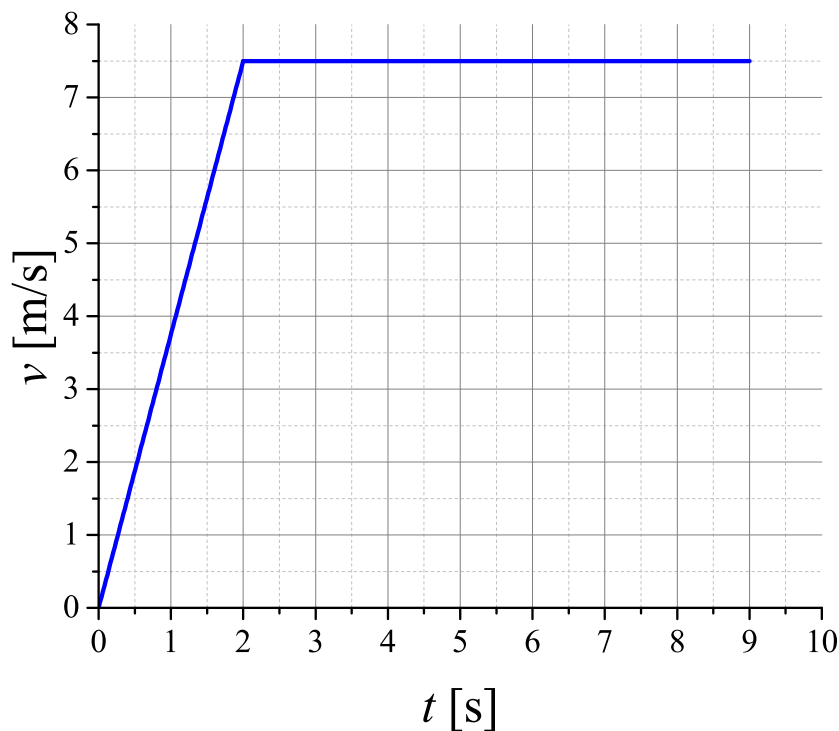
$$v_1 = at_1 = 7.5 \text{ m/s. (1 bod)}$$

Srednja brzina Ane po putu jednaka je:

$$\bar{v} = \frac{s}{t_1 + t_2} = 6.67 \text{ m/s. (1 bod)}$$

Graf ovisnosti položaja o vremenu i graf ovisnosti brzine o vremenu su (2 boda za svaki graf):





2. zadatak (9 bodova)

Gibanje sanduka možemo promatrati u dvije etape: prva je za vrijeme djelovanja sile F , a druga je nakon pucanja užeta do zaustavljanja. U prvoj etapi ubrzanje sanduka jednako je:

$$ma_1 = F - F_{tr}, \text{ (1 bod)}$$

$$ma_1 = F - \mu mg, \text{ (1 bod)}$$

$$a_1 = \frac{F}{m} - \mu g,$$

$$a_1 = 6.4 \text{ m/s}^2. \text{ (1 bod)}$$

Do trenutka pucanja užeta sanduk prelazi put:

$$s_1 = \frac{1}{2}a_1t_1^2 = 0.8 \text{ m. (1 bod)}$$

Brzina sanduka u trenutku pucanja užeta jednaka je:

$$v_1 = a_1t_1 = 3.2 \text{ m/s. (1 bod)}$$

Nakon pucanja užeta sanduk se giba jednoliko usporeno s početnom brzinom v_1 . Iznos ubrzanja jednak je:

$$ma_2 = F_{tr} = \mu mg, \text{ (1 bod)}$$

$$a_2 = \mu g = 1.1 \text{ m/s}^2. \text{ (1 bod)}$$

Od trenutka t_1 do zaustavljanja sanduk će prijeći put:

$$s_2 = \frac{v_1^2}{2a_2} = 4.66 \text{ m. (1 bod)}$$

Ukupni put, koji prijeđe sanduk, jednak je:

$$s = s_1 + s_2 = 5.46 \text{ m. (1 bod)}$$

3. zadatak (10 bodova)

Najprije možemo izračunati vrijeme potrebno da automobil sustigne kamion:

$$s_K = 40 \text{ m} = \frac{1}{2} a_K t_1^2,$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2s_K}{a_K}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \text{ m}}{1.7 \text{ m/s}^2}} = 6.86 \text{ s. (1 bod)}$$

U vremenu t_1 automobil je prešao put:

$$s_A = \frac{1}{2} a_A t_1^2 = \frac{1}{2} a_A \frac{2s_K}{a_K} = \frac{a_A}{a_K} s_K = \frac{2.55}{1.7} \cdot 40 \text{ m} = 60 \text{ m. (1 bod)}$$

Prema tome, početna udaljenost automobila i kamiona je:

$$s_0 = s_A - s_K = 20 \text{ m. (1 bod)}$$

U trenutku sustizanja kamiona automobil i kamion se gibaju brzinama:

$$v_A = a_A t_1 = 17.5 \text{ m/s, (1 bod)}$$

$$v_K = a_K t_1 = 11.7 \text{ m/s. (1 bod)}$$

Njihovo gibanje od tog trenutka opisujemo jednadžbama:

$$s_A(t) = v_A t,$$

$$s_K(t) = v_K t + \frac{1}{2} a'_K t^2, \text{ (1 bod)}$$

gdje je $a'_K = a_K/2 = 0.85 \text{ m/s}^2$. Njihova međusobna udaljenost jednaka je:

$$\Delta s(t) = s_A(t) - s_K(t) = v_A t - \left(v_K t + \frac{1}{2} a'_K t^2 \right) = \left(v_A - v_K - \frac{1}{2} a'_K t \right) t. \text{ (1 bod)}$$

Trenutak t_2 u kojem je udaljenost automobila i kamiona jednaka nuli odredimo iz jednadžbe:

$$\left(v_A - v_K - \frac{1}{2} a'_K t_2 \right) t_2 = 0$$

$$t_2 = \frac{2(v_A - v_K)}{a'_K} = \frac{2 \cdot (17.5 - 11.7) \text{ m/s}}{0.85 \text{ m/s}^2} = 13.7 \text{ s. (1 bod)}$$

U trenutku t_1 automobil ima veću brzinu od kamiona pa on prestiže kamion i njihova udaljenost se povećava. No, kamion se giba jednoliko ubrzano pa će se udaljenost automobila i kamiona povećavati sve dok kamion ne postigne brzinu jednaku brzini automobila. Nakon tog trenutka brzina kamiona i dalje raste pa se udaljenost kamiona od automobila smanjuje. Prema tome, možemo odrediti trenutak u kojem su brzine automobila i kamiona jednake, odnosno kada je njihova udaljenost maksimalna:

$$v'_K = v_A = v_K + a'_K t',$$

$$t' = \frac{v_A - v_K}{a'_K} = 6.82 \text{ s. (1 bod)}$$

Udaljenost automobila i kamiona u tom trenutku je:

$$\Delta s(t') = (v_A - v_K) t' - \frac{1}{2} a'_K t'^2$$

$$\Delta s(t') = \frac{(v_A - v_K)^2}{a'_K} - \frac{1}{2} a'_K \frac{(v_A - v_K)^2}{a'^2_K}$$

$$\Delta s(t') = \frac{(v_A - v_K)^2}{2a'_K}$$

$$\Delta s(t') = \frac{(17.5 - 11.7)^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 0.85 \text{ m/s}^2} = 19.9 \text{ m. (1 bod)}$$

4. zadatak (10 bodova)

Pretpostavimo da će se tijelo A gibati niz kosinu, a tijelo B uz kosinu. Sile, koje djeluju na oba tijela, prikazane su na slici. Jednadžbe gibanja za tijelo A:

$$m_A a = \frac{\sqrt{3}}{2} m_A g - T - F_{tr,A}, \quad (1 \text{ bod})$$

$$0 = \frac{1}{2} m_A g - N_A. \quad (1 \text{ bod})$$

Jednadžbe gibanja za tijelo B:

$$m_B a = T - \frac{1}{2} m_B g - F_{tr,B}, \quad (1 \text{ bod})$$

$$0 = \frac{\sqrt{3}}{2} m_B g - N_B. \quad (1 \text{ bod})$$

Sile trenja jednake su:

$$F_{tr,A} = \mu_A N_A = \mu_A \frac{1}{2} m_A g,$$

$$F_{tr,B} = \mu_B N_B = \mu_B \frac{\sqrt{3}}{2} m_B g. \quad (1 \text{ bod})$$

Uvrštavanjem u gornje jednadžbe dobije se:

$$m_A a = \frac{\sqrt{3}}{2} m_A g - T - \mu_A \frac{1}{2} m_A g,$$

$$m_B a = T - \frac{1}{2} m_B g - \mu_B \frac{\sqrt{3}}{2} m_B g.$$

Zbrajanjem jednadžbi dobije se:

$$(m_A + m_B) a = \frac{1}{2} (\sqrt{3} m_A - \mu_A m_A - m_B - \sqrt{3} \mu_B m_B) g,$$

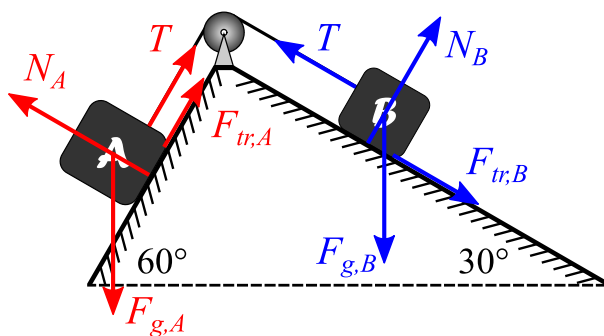
$$a = \frac{\sqrt{3} m_A - \mu_A m_A - m_B - \sqrt{3} \mu_B m_B}{2(m_A + m_B)} g$$

$$a = \frac{5\sqrt{3} - 0.15 \cdot 5 - 3 - 0.2 \cdot 3\sqrt{3}}{2(5 + 3)} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 2.37 \text{ m/s}^2. \quad (3 \text{ boda})$$

Silu napetosti užeta možemo izračunati iz prve jednadžbe:

$$T = \frac{\sqrt{3}}{2} m_A g - \mu_A \frac{1}{2} m_A g - m_A a,$$

$$T = 27 \text{ N}. \quad (2 \text{ boda})$$



5. zadatak (10 bodova)

Gibanje kuglica promatramo na pravcu koji je simetrala 1. i 3. kvadranta, uzmimo da je smjer brzine kuglice A pozitivan smjer. Tada zakon očuvanja količine gibanja za ovaj sudar možemo napisati na sljedeći način:

$$m_A v_A - m_B v_B = (m_A + m_B) u, \quad (2 \text{ boda})$$

gdje je u brzina kojom se kuglice zajedno gibaju nakon sudara. Uvrštavanjem poznatih veličina možemo izračunati brzinu u :

$$(m_A - m_B) v = (m_A + m_B) u,$$

$$u = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v = \frac{100 - 200}{100 + 200} \cdot 18 \text{ cm/s} = -6 \text{ cm/s}.$$

Smjer brzine u je suprotan smjeru brzine kuglice A prije sudara. **(2 boda)**

Položaj nakon $t' = 5$ s gibanja odredimo na sljedeći način. Prijedeni put u vremenu t' je:
 $s = ut' = 6 \text{ cm/s} \cdot 10\text{s} = 30 \text{ cm}$. **(1 bod)**

Uzimajući u obzir smjer gibanja, kuglice se nalaze na koordinatama:

$$x' = -\frac{\sqrt{2}}{2}s = -21.2 \text{ cm}, \text{ (1 bod)}$$

$$y' = -\frac{\sqrt{2}}{2}s = -21.2 \text{ cm}. \text{ (1 bod)}$$

Razlika ukupne kinetičke energije kuglica prije i poslije sudara jednaka je toplini koja se oslobodila u sudaru:

$$Q = \left(\frac{1}{2}m_A v^2 + \frac{1}{2}m_B v^2 \right) - \frac{1}{2}(m_A + m_B)u^2, \text{ (2 boda)}$$

$$Q = \frac{1}{2}(m_A + m_B)(v^2 - u^2)$$

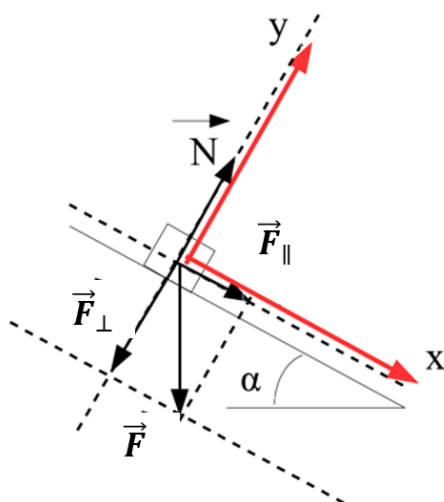
$$Q = 4.32 \text{ mJ}. \text{ (1 bod)}$$

Srednje škole – 2. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

Upute za bodovanje: Ovdje je prikazan jedan način rješavanja zadatka. Ako učenici riješe zadatak drugačijim, a fizikalno ispravnim načinom, treba im dati puni broj bodova predviđen za taj zadatak. Ako učenici ne napišu posebno svaki ovdje predviđeni korak, a vidljivo je da su ga napravili, treba im dati bodove kao da su ga napisali.

1. Zadatak (10 bodova)

Sile koje djeluju na tijelo u početnom položaju su:



(2 boda)

Sila koja tjera tijelo da se kreće duž nagnute ravnine komponenta je vektora težine paralelna sa samom ravninom. Dakle možemo pisati kad se sustav kosina + masa nalazi u vakuumu:

$$F_{//} = F \times \sin(\alpha) = mg \times \sin(30,0^\circ) = 98,0\text{N} \times 0,5 = 49,0\text{N}$$

$$F_{\perp} = F \times \cos(\alpha) = mg \times \cos(30,0^\circ) = 98,0\text{N} \times 0,866 = 84,87\text{N}$$

Slijedi:

$$\begin{cases} x \text{ os: } F_{//} = m \times a \\ y \text{ os: } N - F_{\perp} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{F_{//}}{m} \\ N = F_{\perp} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{F_{//}}{m} = \frac{(49,0\text{N})}{(10,0 \text{ kg})} = 4,90 \text{ m/s}^2 \\ N = F_{\perp} = 84,87 \text{ N} \end{cases}$$

(4 boda)

Gibanje tijela ima jednoliko ubrzanje, slijedi:

$$v_k = a \times t + v_p = 4.90 \text{ m/s}^2 \times 4.00\text{s} = 19.6 \text{ m/s} \quad (2 \text{ boda})$$

Ako se sustav kosina + masa nalaze se uronjene potpuno u fluid gustoće ρ , sila koja djeluje na tijelo rezultira razlikom između sile teže i sile uzgona koje djeluju na masu. Dakle:

$$F = F_T - F_U = mg - V\rho g = g(m - V\rho) = 9,81\text{m/s}^2(10 - 6.16 * 0.4)\text{kg} = 73.9 \text{ N}$$

Može se koristiti isti postupak kao u vakuumu sa $F = 73.9 \text{ N}$. Slijedi:

$$F_{//} = F \times \sin(\alpha) = 73.9 \times \sin(30,0^\circ) = 36.95 \text{ N}$$

Sa $t = 4.00 \text{ s}$ dobije se:

$$a = \frac{F_{//}}{m} = \frac{(36.95\text{N})}{(10,0 \text{ kg})} = 3.7 \text{ m/s}^2 \text{ i } v_k = a \times t + v_p = 3.7 \text{ m/s}^2 \times 4.00\text{s} = 14.8\text{m/s} \quad (2 \text{ boda})$$

2. Zadatak (8 bodova)

Krajevi kazaljki na satu su materijalne točke koje se kreću jednoličnim kružnim gibanjem s različitim kutnim brzinama.

Za kazaljku sata vrijedi: $\omega_h = 2\pi/12h$

Za kazaljku minuta vrijedi: $\omega_m = 2\pi/1h$ (2 boda)

Označavajući kut θ koji nastane između kazaljki i okomite osi dobiju se jednadžbe kretanja sati i minuta:

$$\theta_h(t) = \frac{\pi}{2} + \omega_h t$$

$$\theta_m(t) = \omega_m t \quad (2 \text{ boda})$$

Kazaljke su prvi put pod okomitim kutom kada:

$$\theta_m(t) - \theta_h(t) = \pi/2 \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi:

$$\omega_m t - \frac{\pi}{2} - \omega_h t = \frac{\pi}{2}$$

$$t = \frac{\pi}{(\omega_m - \omega_h)} = \frac{6}{11} h = \frac{6}{11} 60 \text{ min.} = 32.7 \text{ min} = 1960 \text{ s} \quad (2 \text{ boda})$$

3. Zadatak (10 bodova)

Težina valjka i sila uzgona (vertikalna komponenta hidrostatičke sile) koje djeluju na njega su:

$$F_g = \rho_3 g \pi r^2 h \quad F_u = \rho_1 g \pi r^2 (h_1 - 1.00) \quad (2 \text{ boda})$$

Iz uvjeta ravnoteže ovih sila određuje se vodostaj vode h_1 , bez prisutnosti drugog fluida:

$$h_1 = \frac{\rho_3 h}{\rho_1} + 1.00 = 2.00 \text{ m} \quad (2 \text{ boda})$$

Gustoća drugog fluida određuje se pomoću tlaka u zajedničkoj točki A gdje su u međusobnom kontaktu:

$$p_A = \rho_1 g (h_1 - h_A) = \rho_2 g (h_1 - h_A) \quad (2 \text{ boda})$$

$$\rho_2 = 1.0 \frac{2.00 - 1.20}{2.20 - 1.20} = 0.8 \text{ kg/dm}^3 \quad (2 \text{ boda})$$

Na valjak treba djelovati silom koja je jednaka odgovarajućoj promjeni sile uzgona:

$$F = \Delta F_u = \rho_1 g \pi r^2 \Delta Z = 1.0 \times 9.81 \times 3.14 \times 0.5^2 \times 0.50 = 3.85 \text{ kN} \quad (2 \text{ boda})$$

4. Zadatak (12 bodova)

Najniži kraj označen je s 1, najviši s 2. Presjeci su A_1 i A_2 . Visina konusa je $d = h_2 - h_1$, gdje su h_1 i h_2 visine dviju ploha.

Iz Bernullijeve jednadžbe slijedi:

$$\frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) = P_2 - P_1 + \rho g d \quad (2 \text{ boda})$$

Znamo da za protok vrijedi:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi:

$$v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2 \quad (2 \text{ boda})$$

Iz toga:

$$\frac{1}{2} \rho v_2^2 \left(\left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 - 1 \right) = P_2 - P_1 + \rho g d \quad (2 \text{ boda})$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{P_2 - P_1 + \rho g d}{\frac{1}{2} \rho \left(\left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 - 1 \right)}} = \sqrt{\frac{355.800}{8}} = 6.67 \text{ ms}^{-1} \quad (2 \text{ boda})$$

Zaključujemo da za protok imamo $A_2 v_2 = 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 6.67 \text{ ms}^{-1} = 0.0200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
(2 boda)

5. Zadatak (10 bodova)

Masa tijela u zraku je:

$$m = \frac{F_1}{g} = \frac{15}{9.8} = 1.5 \text{ kg}$$

Sila koja djeluje na tijelo u vodi je:

$$F_2 = F_1 - F_{\text{uzgona}} = F_1 - \rho_{\text{vode}} V g = F_1 - \rho_{\text{vode}} \frac{m}{\rho} g \quad (2 \text{ boda})$$

Iz ove jednadžbe možemo izračunati gustoću tijela:

$$\rho = \rho_{\text{acqua}} \frac{mg}{F_1 - F_2} = 1000 \cdot \frac{1.5 \cdot 9.8}{15 - 12} = 5.0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad (2 \text{ boda})$$

Također vrijedi:

$$V = m/\rho = 1.5/4.9 \cdot 10^3 \sim \text{m}^3 = 0.3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad (2 \text{ boda})$$

Težina tijela u tekućini je:

$$F_3 = F_1 - F_{\text{uzgona}} = F_1 - \rho_{\text{tekućine}} V g \quad (2 \text{ boda})$$

Slijedi:

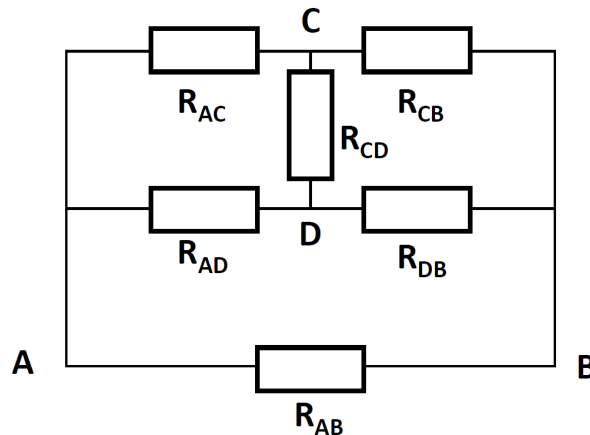
$$\rho_{\text{tekućine}} = \frac{F_1 - F_3}{V g} = \frac{15 - 13}{0.3 \cdot 10^{-3} \cdot 9.8} = 667 \text{ kg/m}^3 \quad (2 \text{ boda})$$

Općinsko natjecanje iz fizike 2021.

Rješenja i smjernice za bodovanje – 3. skupina

Zadatak 1 (10 bodova)

Promatranjem međusobnih povezanosti točaka u tetraedru možemo napraviti ekvivalentnu strujnu shemu, počevši od otpornika AB (AB nam je poseban otpornik jer je na njemu narinut ukupni napon V). Shema je prikazana na slici. **(3 boda)**



Iz simetrije problema možemo zaključiti kako je napon u točki C jednak naponu u točki D, što znači da ne postoji razlika napona na otporniku R_{CD} , pa kroz njega ne teče struja. **(3 boda)**

Preostaje nam jednostavni strujni krug kojeg rješavamo pravilima za rješavanje paralelnih i serijskih spojeva otpornika. Drugi način je koristeći simetriju zaključiti da je napon u točkama C i D točno pola od ukupnog napona. **(2 boda)**

Struje i naponi su:

R	U_R/V	I_R/A
R_{AB}	24	2.4
R_{AD}	12	1.2
R_{CD}	0	0

(2 boda)

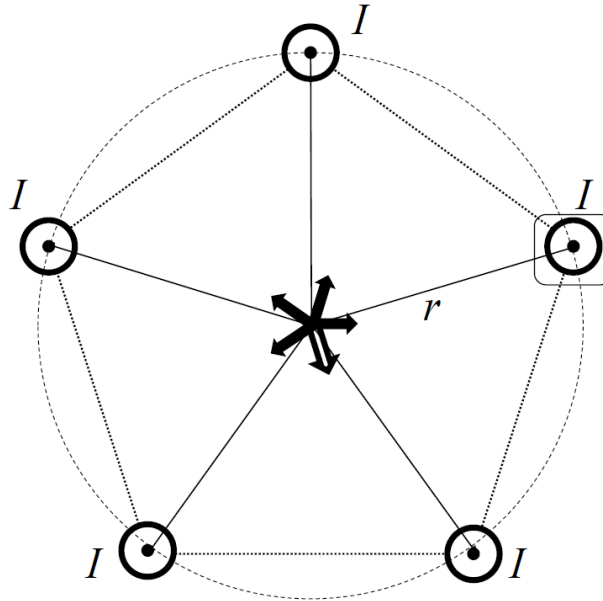
Zadatak 2 (10 bodova)

Svih pet žica leži na kružnici peterokuta, pa je udaljenost kružnice od središta upravo radijus kruga r (2 boda)

Struja od jedne žice stvara magnetsko polje iznosa (2 boda)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = 4 \text{ mT}$$

Smjer magnetskog polja odredimo po pravilu desne ruke. Za žicu koja je na slici označena kvadratom smjer polja je označen svjetlom strelicom. (3 boda)



Ukupno magnetsko polje u sredini kruga iščezava. Razlog tomu je simetrija problema – kada bi postojalo magnetsko polje, morao bi mu smjer biti u nekom pravcu koji je povlašten, no pravilni peterokut nema povlaštenu smjer.

I drugi logički sljedeći razlozi ili račun su prihvatljivi. (3 boda)

Zadatak 3 (10 bodova)

Da bi sila na vodič iščezavala, magnetsko polje od drugih vodiča na njegovom mjestu mora biti nula. Magnetsko polje od vodiča $2I$ je na položaju vodiča I van papira i iznosi: (2 boda)

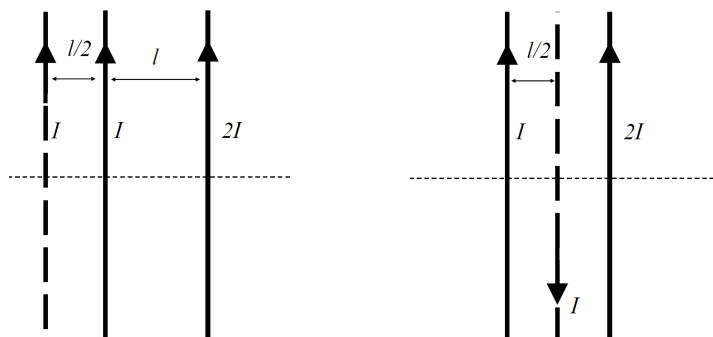
$$B_{2I} = \frac{\mu_0 2I}{2\pi l}$$

Tražimo položaj za treći vodič gdje bi stvoreno magnetsko polje bilo jednako po iznosu a suprotnoga smjera. Da bi bilo jednako po iznosu udaljenost trećeg vodiča mora biti $R = \frac{l}{2}$ jer je onda: (3 boda)

$$B_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi \frac{l}{2}} = B_{2I}$$

Postoje dva položaja gdje vodič može biti na toj udaljenosti: $l/2$ lijevo i $l/2$ desno od prvog vodiča. **(3 boda)**

U slučaju da je vodič s lijeve strane, smjer struje mu je isti kao i u prva dva vodiča, a u slučaju da je s desne strane smjer struje mu je suprotan (slika). **(2 boda)**



Zadatak 4 (10 bodova)

Pomicanjem kliznog kontakta kroz magnetsko polje dolazi do promjene magnetskog toka u obje petlje strujnog kruga (lijevo i desno od kliznog kontakta). Lijevo dolazi do povećanja toka a desno do smanjenja. **(2 boda)**

Inducirani napon možemo naći po relaciji:

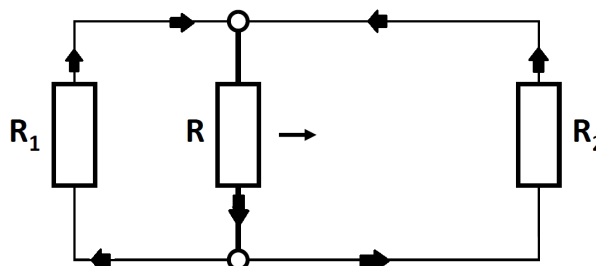
$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

gdje je $\Delta\Phi$ promjena magnetskog toka u Δt vremenu. Magnetski tok možemo napisati kao $\Phi = AB = lxB$, gdje je l duljina kontakta, a x udaljenost između R i R_1 . Uvrštavanjem, i korištenjem činjenice da je $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ konačni izraz za inducirani napon je: **(4 boda)**

$$\varepsilon = Blv$$

$\varepsilon = 0.3 \text{ V}$. **(2 boda)**

Smjer struje koja poteče zbog inducirano napona je u smjeru kao na slici. **(2 boda)**



Zadatak 5 (10 bodova)

Najveća sila napetosti je kada je kuglica u najnižem položaju. **(2 boda)**

Ako svakim titrajem se nit rastegne za $\Delta = 5$ mm, da bi se nit produžila za $l' - l = 3$ cm treba 6 titraja. **(2 boda)**

Period jednog titraja je konstantan (zanemarujemo utjecaj promjene duljine na trenutno njihanje) i iznosi: **(2 boda)**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Ukupno vrijeme dobijemo zbrajanjem njihaja: **(2 boda)**

$$T_{uk} = 2\pi \frac{\sqrt{l} + \sqrt{l + \Delta} + \sqrt{l + 2\Delta} + \sqrt{l + 3\Delta} + \sqrt{l + 4\Delta} + \sqrt{l + 5\Delta}}{\sqrt{g}}$$

Rješenje je $T = 4.03$ s. **(2 boda)**

OPĆINSKO NATJECANJE IZ FIZIKE - RJEŠENJA

- srednje škole: IV. grupa -

08.02.2021.

Upute za bodovanje: Ovdje je prikazan jedan način rješavanja zadataka. Ako učenici riješe zadatak drugačijim, a fizikalno ispravnim načinom, treba im dati puni broj bodova predviđen za taj zadatak. Ako učenici ne napišu posebno svaki ovdje predviđeni korak, a vidljivo je da su ga napravili, treba im dati bodove kao da su ga napisali.

1. Gustoća homogene tvari je definirana kao omjer mase i volumena. Budući da se masa tijela ne mijenja uslijed Lorentzovih transformacija, promjena u gustoći dolazi jedino zbog promjene u volumenu. [2 BODA]

S druge strane, znamo da se duljine u smjeru gibanja kontrahiraju, dok se duljine okomito na smjer gibanja ne mijenjaju. Nadalje, kakvog god da je oblika volumen tijela, za promatrača koji se giba relativističkim brzinama, on će izgledati kontrahirano samo u jednom smjeru, dok će u ostala dva smjera izgledati normalno. Prema tome, vrijedi

$$V' = \frac{V}{\gamma}, \quad [3 \text{ BODA}]$$

gdje je V' volumen tijela kako ga vidi opažatelj koji se giba, a V je mirujući volumen. Osim toga, γ je Lorentzov faktor. Sad odmah imamo i

$$\rho' = \frac{m'}{V'} = \frac{m}{V/\gamma} = \gamma \frac{m}{V} = \gamma \rho, \quad [1 \text{ BOD}]$$

odakle je

$$\gamma = \frac{\rho'}{\rho}, \quad [1 \text{ BOD}]$$

odnosno

$$v = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} c = \frac{\sqrt{(\rho'/\rho)^2 - 1}}{(\rho'/\rho)} c \quad [2 \text{ BODA}]$$

$$= 2.976 \times 10^8 \text{ m/s.} \quad [1 \text{ BOD}]$$

2. Uzmimo da se čestica mase m iz mirovanja raspadne na česticu mase ηm ($\eta = 1/2$) i bezmasenu česticu. Tada nam zakon očuvanja energije daje

$$mc^2 = \gamma(\eta m)c^2 + E, \quad [2 \text{ BODA}]$$

gdje je E energija bezmasene čestice, a γ Lorentzov faktor za česticu mase ηm . S druge strane, zakon očuvanja količine gibanje daje

$$0 = \gamma(\eta m)v - E/c, \quad [2 \text{ BODA}]$$

gdje je v nepoznata brzina čestice mase ηm . Ako eliminiramo nepoznanicu E iz ovih jednažbi, dolazimo do jednažbe za brzinu v

$$\frac{1}{\eta\gamma} = 1 + \frac{v}{c}. \quad [2 \text{ BODA}]$$

Kvadriranjem i sređivanjem imamo

$$\begin{aligned} v &= \frac{1 - \eta^2}{1 + \eta^2}c && [3 \text{ BODA}] \\ &= 1.8 \times 10^8 \text{ m/s}. && [1 \text{ BOD}] \end{aligned}$$

3. Koristimo jednadžbu zrcala

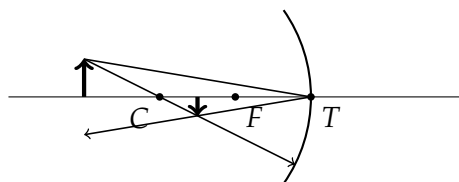
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R},$$

gdje su a i b udaljenosti predmeta, odnosno slike od tjemena zrcala, a R je polumjer zakrivljenosti zrcala. Pratimo konvenciju prema kojoj je a uvijek pozitivan broj, dok je b pozitivan (negativan) ako je slika realna (virtualna). Također, uzimamo $R > 0$ za konkavno, te $R < 0$ za konveksno zrcalo. Povećanje računamo prema formuli

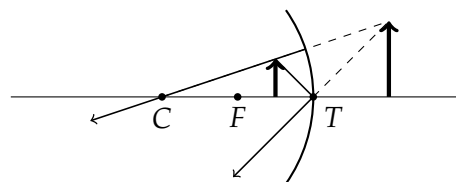
$$m = -\frac{b}{a},$$

tako da $m < 0$ implicira da je slika obrnuta u odnosu na predmet.

- Uvećanu sliku, koju zrcalo stvara nakon pomicanja predmeta, moguće je dobiti jedino ako se koristi konkavno zrcalo. [2 BODA]
- Prije pomicanja predmeta, slika je bila obrnuta i smanjena, što znači da se predmet nalazio iza središta zakrivljenosti zrcala C . Nakon pomicanja predmeta, slika je uvećana i uspravna, što znači da se sad predmet nalazi između tjemena zrcala T i njegovog žarišta F .



prije pomicanja predmeta
[2 BODA]



nakon pomicanja predmeta
[2 BODA]

- Množeći jednadžbu zrcala s a možemo izraziti udaljenost predmeta od zrcala preko polumjera zakrivljenosti i faktora uvećanja

$$a = \frac{R m - 1}{2 m}. \quad [2 \text{ BODA}]$$

Odavde imamo

$$d = a_1 - a_2 = \frac{R m_1 - m_2}{2 m_1 m_2} \rightsquigarrow R = 2d \frac{m_1 m_2}{m_1 - m_2}, \quad [2 \text{ BODA}]$$

gdje su m_1 i m_2 uvećanja prije, odnosno nakon pomicanja predmeta. Uvrštavanje $m_1 = -1/2$, te $m_2 = 2$ daje

$$R = \frac{4}{5}d = 20 \text{ cm}. \quad [2 \text{ BODA}]$$

4. Ako zraka svjetlosti upada pod kutom α , tada Snellov zakon daje

$$\sin \alpha = n \sin \beta. \quad [2 \text{ BODA}]$$

Budući da je reflektirana zraka potpuno polarizirana, upadni kut je bio jednak Brewstеровom kutu za koji vrijedi

$$\tan \alpha = n. \quad [2 \text{ BODA}]$$

Kombinirajući ove dvije jednačbe, lako je odrediti upadni kut

$$\alpha = 90^\circ - \beta = 70^\circ, \quad [2 \text{ BODA}]$$

kao i indeks loma sredstva

$$n = \cot \beta = 2.75. \quad [2 \text{ BODA}]$$

5. Ukoliko su dva koherentna izvora svjetlosti valne duljine λ na međusobnoj udaljenosti d , tada će se na dalekom zaslonu vidjeti interferencijske pruge. Pod pretpostavkom da je zaslon na udaljenosti $\ell (\gg d)$ od izvora, te da su izvori paralelni sa zaslonom, interferencijski minimumi će se pojaviti na položajima

$$x_n = (n + 1/2)\lambda\ell/d, \quad n \in \mathbb{Z}, \quad [2 \text{ BODA}]$$

mjereno uzduž zaslona od središnje svijetle pruge. Razmak između tamnih pruga je razlika položaja dva susjedna interferencijska minimuma

$$\Delta x = x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda\ell}{d} = \frac{c\ell}{fd}, \quad [2 \text{ BODA}]$$

gdje smo valnu duljinu svjetlosti izračunali iz poznate frekvencije

$$\lambda = c/f. \quad [1 \text{ BOD}]$$

Ako sad usporedimo širinu pruga prije i nakon pomicanja pukotina, imamo

$$\Delta s = \frac{c\ell}{fd} - \frac{c\ell}{f(2d)} = \frac{c\ell}{2fd}, \quad [2 \text{ BODA}]$$

odakle je početna širina među pukotinama

$$d = \frac{c\ell}{2f\Delta s} \quad [2 \text{ BODA}]$$

$$= 4.5 \times 10^{-4} \text{ m}. \quad [1 \text{ BOD}]$$