

ŠKOLSKO/OPĆINSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2013/14.
Srednje škole – 1. skupina

1. **(9 bodova)** Dva broda stoje usidrena na sredini ravne, duge rijeke. Jedan se brod počne gibati paralelno s tokom rijeke u jednom smjeru, a drugi, istovremeno, u suprotnom smjeru. Ako su brzine brodova u odnosu na vodu 3 m/s , a brzina toka rijeke je 1 m/s , kolika je udaljenost brodova nakon 5 s ?
2. **(11 bodova)** Autobus stoji na stanici. U namjeri da uđe u autobus, osoba trči prema njemu stalnom brzinom od 5 m/s . U trenutku kad autobus krene, osoba je od njega udaljena 16 m . Autobus ubrzava stalnim ubrzanjem od 0.5 m/s^2 . Hoće li, i kad, osoba ući u autobus ako i dalje nastavi trčati istom brzinom? Ako propusti ući u autobus prvi put kad ga sustigne, hoće li ponovno imati priliku ući ako se stalno nastavi gibati istom brzinom?
3. **(10 bodova)** Ispred utega mase $m_1 = 3\text{ kg}$ nalazi se uteg mase $m_2 = 2\text{ kg}$. Utezi se dodiruju i nalaze se na horizontalnoj podlozi bez trenja. Na uteg mase m_1 djelujemo vanjskom silom $F = 5\text{ N}$ u horizontalnom smjeru. Koliko je ubrzanje utega mase m_2 ? Koje sve sile djeluju na taj uteg i koliki su im iznosi?
4. **(9 bodova)** Osoba na motoru prelazi stalnom brzinom preko izbočine na cesti kružnog oblika, polumjera zakrivljenosti $R = 10\text{ m}$. Kojom se brzinom mora gibati kako bi se u najvišoj točki svoje putanje odvojila od ceste?
5. **(10 bodova)** Kugla mase $m = 1\text{ kg}$ nalijeće brzinom 2 m/s na kuglu identične mase koja miruje. U sudaru se kugle slijepe. Kojom brzinom kugle nastave svoje gibanje? Koliko se kinetičke energije pretvorilo u druge oblike energije u sudaru?

ŠKOLSKO/OPĆINSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2013/14.
Srednje škole – 1. skupina

Rješenja i smjernice za bodovanje

1. Neka rijeka teče slijeva nadesno. Tad se prvi brod giba nadesno, a drugi nalijevo. **(1 bod za postavljanje sustava ili skice)**. Promotrimo prvih 5 sekundi gibanja. Za brod koji se giba nadesno, vrijedi da je:

$$v_1 = v_{\text{brod}} + v_{\text{rijeka}} = 4\text{m/s} \quad \text{(2 boda)}$$

Za drugi brod vrijedi da je:

$$v_2 = v_{\text{brod}} - v_{\text{rijeka}} = 2\text{m/s} \quad \text{(2 boda)}$$

Udaljenosti koje brodovi prođu dobijaju se množenjem brzina s vremenom, koje je jednako 5s. Te su udaljenosti jednake:

$$\begin{aligned} s_1 &= 20\text{m} \\ s_2 &= 10\text{m} \end{aligned} \quad \text{(2 boda)}$$

Vidi se da je razlika pomaka brodova jednaka $s_2 - s_1 = 10\text{m}$. **(2 boda)**

2. Postavimo sustav tako da ima ishodište na mjestu gdje se nalazi osoba kad autobus krene. Tad osoba ima koordinatu $x=0$, a autobus $x=16\text{m}$. **(1 bod)** S obzirom na to da osoba trči stalnom brzinom, koordinatu osobe možemo zapisati kao:

$$x_{\text{osoba}} = vt = 5t \quad \text{(2 boda)}$$

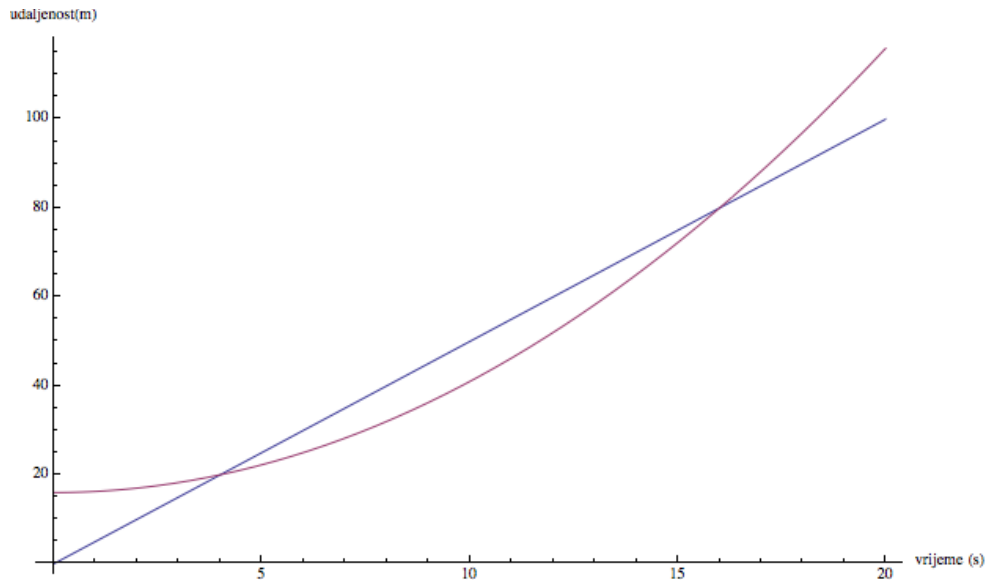
Autobus se nalazi na početnoj koordinati $x=16\text{m}$, nema početnu brzinu, ali ima stalno ubrzanje iznosa $a=1\text{m/s}^2$. Stoga, koordinata autobusa može se zapisati kao:

$$x_{\text{autobus}} = x_0 + at^2/2 = 16 + t^2/4 \quad \text{(2 boda)}$$

Osoba može ući u autobus kad im se koordinate poklapaju. Stoga, mora vrijediti da je:

$$5t = 16 + t^2/4 \quad \text{(2 boda)}$$

Rješenja ove kvadratne jednadžbe mogu se dobiti računski ili grafički i iznose $t_1 = 4\text{s}$ i $t_2 = 16\text{s}$. Numerički, za zadatak je potrebno samo prvo rješenje koje se može dobiti iz grafa, računom ili isprobavanjem par vrijednosti **(2 boda)**.



Prvi je trenutak trenutak kad osoba stigne autobus i može u njega ući **(1 bod)**. Nakon toga osoba prestigne autobus. Nakon toga, autobus dostigne osobu, pa dobije još jednu priliku za ulazak u trenutku t_2 , što se može vidjeti iz grafa ili zaključiti iz činjenice da se radi o kvadratnoj jednadžbi. **(1 bod)**.

3. Dva su utega u dodiru pa čine jedan sustav. Ubrzanje utega m_2 isto je kao i ubrzanje cijelog sustava. **(1 bod)**. Ubrzanje sustava dobije se iz 2.NZ, uz to da je masa sustava jednaka $3\text{kg} + 2\text{kg} = 5\text{kg}$. **(1 bod)**

$$a = F/m = 1\text{m/s}^2 \quad \text{(2 boda)}$$

Na uteg mase m_2 djeluju 3 sile: težina utega G , reakcija podloge N te sila utega 1 na uteg 2, F_{12} . Vanjska sila ne djeluje na uteg 2! **(2 boda, po pola za svaku silu, te jedan ako se uz to uoči da vanjska sila ne djeluje na uteg 2)**. Iznosi sila su:

$$G = m_2g = 20\text{N} \text{ (za } g=10 \text{ m/s}^2\text{) ili } G = 19.62\text{N} \text{ (za } g=9.81 \text{ m/s}^2\text{)} \quad \text{(1 bod)}$$

$$N = G, \text{ jer se uteg ne giba u vertikalnom smjeru (isti iznosi)} \quad \text{(1 bod)}$$

$$F_{12} = m_2a = 2\text{N} \quad \text{(2 boda)}$$

4. Tijelo se giba po kružnoj putanji, pa postoji centripetalna sila **(1 bod)**. Centripetalnu silu u ovom slučaju predstavlja razlika težine motora s osobom i reakcije podloge:

$$F_{cp} = G - N \quad \text{(2 boda)}$$

Ako želimo da se osoba odvoji od podloge, reakcije podloge mora postati nula **(2 boda)**. Uvrštavanjem izraza za centripetalnu silu slijedi:

$$m \frac{v^2}{R} = mg \quad \text{(2 boda)}$$

Pokraćivanjem mase dobija se da je brzina:

$$v = \sqrt{gR} = 10 \text{ m/s} \text{ (za } g=10 \text{ m/s}^2\text{) ili } 9.9 \text{ m/s} \text{ (za } g=9.81 \text{ m/s}^2\text{)} \quad \text{(2 boda)}$$

5. Ovdje se radi o neelastičnom sudaru. Iz zakona očuvanja količine gibanja slijedi:

$$mv + 0 = (m+m) v' \quad \text{(2 boda)}$$

Kraćenjem s masom slijedi da je

$$v' = v/2 = 1 \text{ m/s} \quad \text{(2 boda)}$$

U neelastičnom sudaru ne vrijedi zakon očuvanja mehaničke energije. Međutim, ukupna energija je uvijek očuvana - u ovom slučaju se dio kinetičke energije upadne kugle pretvara u ostale oblike energije (uglavnom toplinsku energiju). **(2 boda)**. Vrijedi zakon sačuvanja:

$$E_{\text{prije}} = E_{\text{poslije}} + Q, \quad \text{(1 bod)}$$

pri čemu je E kinetička energija, a Q mehanička energija izgubljena u sudaru. Odredimo kolikijoj je iznos:

$$Q = E_{\text{prije}} - E_{\text{poslije}}$$

$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{(2m)v'^2}{2} = \frac{mv^2}{4} \quad \text{(2 boda)}$$

Uvrštavanjem brojeva slijedi da je $Q = 1 \text{ J}$ **(1 bod)**.

Korekcije i promjene u zadacima i/ili rješenjima:

- Ispravak - SŠ - 1. skupina - 1. zadatak - rješenje
Umjesto
Vidi se da je razlika pomaka brodova jednaka $s_2 - s_1 = 10m$.
mora biti
Vidi se da je udaljenost između brodova jednaka $s_2 + s_1 = 30m$.

- Ispravak - SŠ - 1. skupina - 4. zadatak – bodovanje

Ovaj zadatak treba nositi 10 bodova (a ne 9): umjesto jednog boda za primjećivanje nužnosti postojanja centripetalne sile, sada se dodjeljuju 2 boda.

Srednje škole – 2. skupina

1. zadatak (8 bodova)

Prilikom zabijanja čavla čekićem u dasku, čavlu se povećava temperatura. Pretpostavite da se 40 % kinetičke energije koju čavlic primi udaranjem čekića pretvori u toplinu koja se zadrži u čavlu (nema izmjene toplote s okolinom). Izračunajte za koliko se poveća temperatura aluminijskog čavla nakon deset udaraca čekićem. Masa čavla je 8 g, masa čekića je 1.8 kg. Brzina kojom čekić udara čavao je 7.8 m/s. Specifični toplinski kapacitet aluminija je 910 J/(kgK).

2. zadatak (11 bodova)

U zatvorenoj posudi pri temperaturi 27°C i tlaku 10^5 Pa nalazi se 8 g vodika i 32 g kisika.

- Izračunajte gustoću smjese plinova
- Izračunajte parcijalni tlak kisika

Kisik i vodik smatrajte idealnim plinovima. $M(O_2) = 32$ g/mol, $M(H_2) = 2$ g/mol, $R = 8.314$ J/(mol·K).

3. zadatak (8 bodova)

U balonu volumena 500 m³ nalazi se helij gustoće 0.179 kg/m³. Izračunajte težinu koju može nositi taj balon u ravnoteži na visini gdje je gustoća zraka 1.2 kg/m³. Masu materijala od kojeg je napravljen balon možete zanemariti.

4. zadatak (12 bodova)

Kružni proces (1→2→3→1) s 2 mola idealnog plina, molarnog toplinskog kapaciteta $C_v = 20.42$ J/(mol·K), odvija se na sljedeći način:

- 1→2 izohorno dovođenje topline
- 2→3 adijabatska ekspanzija
- 3→1 izobarna kompresija

Početno je plin u stanju $p_1=10^5$ Pa, $T_1=20^\circ\text{C}$. U izohornom procesu plin primi toplinu $Q_{12}=10^4$ J.

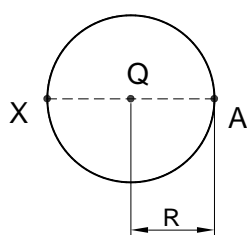
Izračunajte temperature plina u stanjima 2 i 3 te rad koji se obavi tijekom izobarne kompresije.

$R = 8.314$ J/(mol·K), $\gamma = C_p / C_v = 1.41$

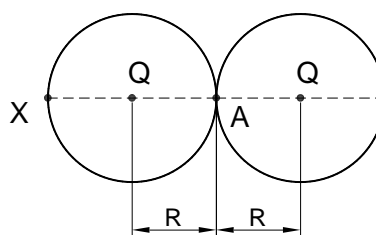
5. zadatak (11 bodova)

Pozitivni točkasti naboji Q učvršćeni su na položajima prikazanim na slikama. Točkasti pozitivni naboj q početno se nalazi u točki X, a zatim ga prebacimo u točku A.

- Za obje slike odredite za koliko se promijenila potencijalna energija naboja q zbog prebacivanja iz točke X u točku A
- Na svakoj slici označite u točki A smjer u kojem bi se naboj q počeo gibati ako ga pustimo nakon što ga prebacimo u točku A
- Ako na slici 2 naboju q u točki A damo početnu brzinu u smjeru prema lijevom naboju Q , odredite kolika mora biti njegova kinetička energija u A da bi njegova najmanja udaljenost od naboja Q iznosila d ($d < R$)



Slika 1



Slika 2

Srednje škole – 2. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

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. zadatak (8 bodova)

$m=0.008$ kg, $M = 1.8$ kg, $v = 7.8$ m/s, $n = 10$, $c_{Al} = 910$ J/(kgK)

Toplina koju čavao primi pri jednom udarcu čekića:

$$Q = 0.40 \frac{Mv^2}{2} = 21.90J \quad (4 \text{ boda})$$

Primljena toplina se potroši za grijanje čavla: $Q = mc_{Al}\Delta t$ (1 bod)

Nakon deset udaraca povećanje temperature čavla je:

$$\Delta t = 10 \cdot \frac{Q}{mc_{Al}} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\Delta t = 30.09^\circ \text{C} \quad (1 \text{ bod})$$

2. zadatak (11 bodova)

Vodik: $m_1 = 8$ g, $M_1 = 2$ g/mol

Kisik: $m_2 = 32$ g, $M_2 = 32$ g/mol

$T = 300.15$ K, $p = 10^5$ Pa, $R = 8.314$ J/(kgK)

a) Sa svaki od plinova vrijedi jednačba stanja idealnog plina:

$$p_i V = n_i RT \quad i = 1, 2 \quad (2 \text{ boda})$$

pri čemu je: $n_i = \frac{m_i}{M_i}$ (1 bod)

Tlak smjese je: $p = p_1 + p_2$ (3 boda)

Na temelju napisanih jednačbi, volumen posude je:

$$V = \frac{RT}{p} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) = 0.1248 \text{ m}^3 \quad (2 \text{ boda})$$

Gustoća smjese: $\rho = \frac{m_1 + m_2}{V}$ (1 bod)

$$\rho = 0.32 \text{ kg/m}^3 \quad (1 \text{ bod})$$

b) Parcijalni tlak kisika: $p_2 = \frac{m_2}{M_2} \frac{RT}{V} = 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ (1 bod)

3. zadatak (8 bodova)

$V = 500 \text{ m}^3$, $\rho_{He} = 0.179 \text{ kg/m}^3$, $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, m je masa helija, G je težina tereta.

Balon je u ravnoteži ako je: $mg + G = F_u$ (4 boda)

$$F_u = Vg\rho \quad (1 \text{ bod})$$

Tražena težina je: $G = Vg(\rho - \rho_{He})$ (2 boda)

$$G = 5008N \quad (1 \text{ boda})$$

OPĆINSKO(GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2014.

4. zadatak (12 bodova)

$n = 2$ mola, $p_1 = 10^5$ Pa, $T_1 = 293.15$ K, $Q_{12} = 10^4$ J, $R = 8.314$ J/(kg·K), $C_v = 20.42$ J/(mol·K), $\gamma = 1.41$

U stanju 1: $p_1 V_1 = nRT_1$ (1 bod)

$$V_1 = 0.0487 \text{ m}^3$$

a) U izohornom procesu primjena toplina jednaka je promjeni unutarnje energije plina:

$$Q_{12} = \Delta U \quad (1 \text{ bod})$$

$$= nC_v \Delta T \quad (1 \text{ bod})$$

$$\Delta T = 244.86 \text{ K}$$

Temperatura u stanju 2: $T_2 = T_1 + \Delta T = 538.01 \text{ K}$ (2 boda)

b) Adijabatski proces: $T_2^\gamma V_2^{\gamma-1} = T_3^\gamma V_3^{\gamma-1}$ (1 bod)

Budući da je $p_3 = p_1$, vrijedi: $T_3 = T_2 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ (1 bod)

U stanju 2: $p_2 V_1 = nRT_2$, pa je $p_2 = 183526.52 \text{ Pa}$ (1 bod)

Temperatura u stanju 3: $T_3 = 450.93 \text{ K}$ (1 bod)

c) Tijekom izobarne kompresije obavljeni rad je:

$$W = p_1 \Delta V = p_1 (V_1 - V_3) \quad (1 \text{ bod})$$

U stanju 3: $p_1 V_3 = nRT_3$ pa je $V_3 = 0.075 \text{ m}^3$ (1 bod)

$$W = -2623.59 \text{ J} \quad (1 \text{ bod})$$

(negativni predznak znači da okolina obavlja rad nad plinom)

5. zadatak (11 bodova)

a) Promjena potencijalne energije naboja q:

Slika 1: $\phi_x = \phi_A$, $\Delta\phi = \phi_A - \phi_x = 0$ (2 boda)

Slika 2: $\phi_x = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{3R} = 4k \frac{Q}{3R}$ (1 bod)

$$\phi_A = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{R} = 2k \frac{Q}{R} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\Delta\phi = \phi_A - \phi_B = k \frac{2Q}{3R} \quad (1 \text{ bod})$$

b) Slika 1: (1 bod)

Slika 2: Naboj q će ostati mirovati jer je ukupna sila na njega nula (el. polje u toj točki je nula) (1 bod)

b) Prema zakonu očuvanja energije ukupna energija naboja q u točki A i u točki najbližoj lijevom naboju

Q su jednake: $E_{kin} + 2k \frac{qQ}{R} = k \frac{qQ}{R-d} + k \frac{qQ}{2R-d}$ (3 boda)

$$E_{kin} = kqQ \left(\frac{1}{R-d} + \frac{1}{2R-d} - \frac{2}{R} \right) \quad (1 \text{ bod})$$

Napomena: Priznati i bilo koji drugi ispravni izraz za E_{kin} , npr. $E_{kin} = k \frac{qQ(R^2 + 4Rd - 2d^2)}{(R-d)(2R-d)R}$

Korekcije i promjene u zadacima i/ili rješenjima:

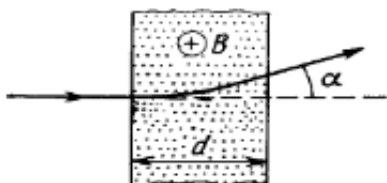
- Ispravak - SŠ - 2. skupina - 5. zadatak - rješenje
U c) dijelu, umjesto '*R-d*' treba stajati samo '*d*'.

Zadatak 1 (10 bodova)

Metalna šipka mase 0.2 kg kojom teče električna struja 10 A klizi na dvije horizontalne tračnice koje su međusobno udaljene 0.5 m. Izračunajte jakost vertikalnog magnetskog polja koje je potrebno da bi se šipka gibala konstantnom brzinom ukoliko je koeficijent dinamičkog trenja između šipke i tračnice 0.1.

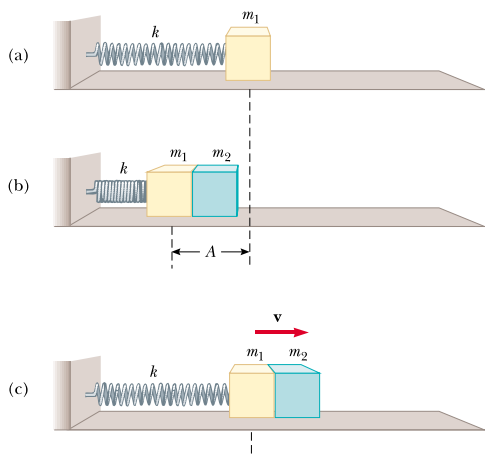
Zadatak 2 (10 bodova)

Proton je ubrzan razlikom potencijala $V = 500$ kV i prolazi kroz uniformno magnetsko polje $B = 0.51$ T, okomito na njegovu putanju. Polje se proteže kroz područje duljine $d = 10$ cm (slika). Izračunajte kut α za koji će se otkloniti proton u odnosu na početnu putanju. Masa protona je 1.67×10^{-27} kg, a naboj je 1.6×10^{-19} C.



Zadatak 3 (10 bodova)

Predmet mase $m_1 = 9$ kg nalazi se u položaju ravnoteže kada je privezan za laganu oprugu konstante $k = 100$ N/m koja je pričvršćena za zid (slika a). Drugi predmet, mase $m_2 = 7$ kg, polako pritišće prvi predmet, i sabija oprugu za iznos $A = 0.2$ m (slika b). Sustav je tada pušten, i oba predmeta se počinju kretati po podlozi bez trenja. Kada prvi predmet m_1 dolazi do ravnotežnog položaja, m_2 gubi kontakt s m_1 (slika c) i nastavlja se gibati u desno brzinom v . Izračunajte v .

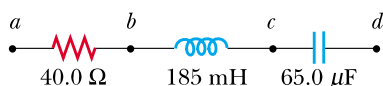


Zadatak 4 (10 bodova)

Glazbena vilica koja vibrira frekvencijom 512 Hz slobodno pada iz stanja mirovanja. Na kojoj udaljenosti ispod mjesta na kojem je ispuštena se nalazi vilica kada valovi frekvencije 485 Hz dolaze do mjesta ispuštanja? Brzina zvuka u zraku je 340 m/s.

Zadatak 5 (10 bodova)

Izvor izmjeničnog napona (efektivnog) $V = 120$ V spojen je između točaka a i b (slika). Pri kojoj frekvenciji će se na otporniku oslobađati snaga 250 W?



ŠKOLSKO/OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23.01.2014.

Srednje škole - 3. skupina
Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (10 bodova)

Zbroj svih sila u smjeru y mora biti jednak 0:

$$\sum F_y = 0: \quad +n - mg = 0. \quad [3 \text{ boda}]$$

Jednako vrijedi i za smjer x :

$$\sum F_x = 0: \quad -\mu_k n + IB \sin 90^\circ = 0 \quad [3 \text{ boda}]$$

$$B = \frac{\mu_k mg}{Id} = \frac{0.1(0.2 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)}{(10 \text{ A})(0.5 \text{ m})} = 39.2 \text{ mT} \quad [4 \text{ boda}]$$

Zadatak 2 (10 bodova)

Sa slike je očito da vrijedi

$$\sin \alpha = \frac{d}{R} = \frac{dqB}{mv}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Radijus luka je $\frac{mv}{qB}$, gdje je v brzina čestice kada ulazi u polje. [2 boda]

Iz početnih uvjeta znamo da je

$$qV = \frac{1}{2}mv^2, \text{ odnosno } v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Iz toga se lako dobije

$$\sin \alpha = \frac{dqB}{m\sqrt{\frac{2qV}{m}}} = dB \sqrt{\frac{q}{2mV}}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Uvrštavanjem poznatih veličina dobiva se

$$\alpha = \sin^{-1} \left(dB \sqrt{\frac{q}{2mV}} \right) = 30^\circ. \quad [2 \text{ boda}]$$

Zadatak 3 (10 bodova)

Ukupna energija sustava je $\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(100 \text{ N/m})(0.2 \text{ m})^2 = 2 \text{ J}$. [3boda]

U ravnotežnom položaju ukupna energija je $\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = \frac{1}{2}(16 \text{ kg})v^2 = (8 \text{ kg})v^2$. [3boda]

Iz toga proizlazi $(8 \text{ kg})v^2 = 2 \text{ J}$, [2 boda]

odnosno $v = 0.5 \text{ m/s}$. [2 boda]

Zadatak 4 (10 bodova)

Formula za Dopplerov efekt kaže:

$$f' = f \left(\frac{v_{\text{zvuk}}}{v_{\text{zvuk}} - v_{\text{izvor}}} \right). \quad [1 \text{ bod}]$$

Uvrštavamo poznate podatke, iz čega računamo koliko je dugo vilica padala do trenutka kada je frekvencija zvuka koji se kreće prema položaju njenog ispuštanja 485 Hz (označimo to vrijeme s t_1).

$$485 = 512 \left(\frac{340}{340 + 9.8 \cdot t_1} \right) \quad [2 \text{ boda}]$$

Rješavanjem se dobiva $t_1 = 1.93 \text{ s}$. [1 bod]

Za to vrijeme vilica je pala $d_1 = \frac{1}{2}g \cdot t_1^2 = 18.3 \text{ m}$. [1 bod]

To je udaljenost koju zvuk mora prijeći do položaja ispuštanja, iza to je potrebno:

$$t_2 = \frac{18.3}{340} = 0.0538 \text{ s}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Za to vrijeme vilica i dalje pada, tako da je ukupno vrijeme pada:

$$t_{uk} = t_1 + t_2 = 1.93 \text{ s} + 0.0538 \text{ s} = 1.985 \text{ s.}$$

[2 boda]

Iz toga proizlazi da ukupna udaljenost koliko će vilica pasti iznosi:

$$d_{uk} = \frac{1}{2} g \cdot t_{uk} = 19.3 \text{ m.}$$

[1 bod]

Zadatak 5 (10 bodova)

Vrijedi sljedeće:

$$P = I^2 R = \left(\frac{V}{Z}\right)^2 R, \text{ odnosno } 250 \text{ W} = \frac{(120 \text{ V})^2}{Z^2} (40 \Omega)$$

[2 boda]

$$\text{Impedancija je } Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2},$$

[2 boda]

gdje je $\omega = 2\pi \cdot f$.

[1 bod]

Potrebno je riješiti jednadžbu

$$250 = \frac{120^2 \cdot 40}{40^2 + [2\pi f (0.185) - [1/2\pi f (65 \times 10^{-6})]]^2}.$$

[2 boda]

Rješavanjem se dobivaju dva moguća rješenja:

$$f = 58.7 \text{ Hz ili } 35.9 \text{ Hz.}$$

[3boda]

Opaska:

Priznati iako je izračunata kutna frekvencija (368.6 ili 235.5 rad/s).

Korekcije i promjene u zadacima i/ili rješenjima:

- Ispravak - SŠ - 3. skupina - 5. zadatak
Izvor je spojen *'između točaka a i d'* (umjesto *'između točaka a i b'*).

ŠKOLSKO/OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23.01.2014.

Srednje škole - 4. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Buga i Tuga mirujući promatraju jednu te istu česticu koja se giba određenom velikom brzinom. Svaka je provela račun točno matematički, no izračunate količine gibanja im se razlikuju za faktor 2, jer je jedna računala relativistički, a druga nerelativistički. Na temelju te razlike ipak možete izračunati pravu energiju. Kolika je ukupna energija čestice, znajući da se radi o protonu? $m_p=1,6726\cdot 10^{-27}\text{kg}$, $c=3\cdot 10^8\text{m/s}$.

Zadatak 2 (10 bodova)

Zraka svjetlosti širi se u tekućini i izlazi u zrak. Kut između zrake u zraku i okomice na površinu tekućine dvostruko je veći od kuta između zrake u tekućini i okomice. Koliki je izlazni kut zrake u zraku? Koliki će biti izlazni kut u zrak za istu zraku koja dolazi iz tekućine kada se na površinu stavi planparalelna ploča leda koja na njoj pluta? Indeks loma tekućine je 1,55, leda 1,31, a zraka 1,00.

Zadatak 3 (10 bodova)

Za predmet postavljen na optičku os pred sabirnom lećom, veličina realne slike dvostruko je veća od veličine predmeta. Kad se taj predmet pomakne za 9cm duž optičke osi, veličina njegove slike postaje upola manja od veličine predmeta. Odredi žarišnu daljinu ove leće! Skicirajte karakteristične zrake u oba slučaja!

Zadatak 4 (10 bodova)

Na površini CD-a susjedni tragovi međusobno su udaljeni $1,6\mu\text{m}$, a kod DVD-a taj razmak je $0,74\mu\text{m}$. CD i DVD položeni su na stol i obasjani odozgo snopom bijele svjetlosti. Nakon difrakcije na CD-u u oko ti dolazi prvi maksimum crvene svjetlosti valne duljine 650nm. DVD je na stolu nešto udaljeniji od tebe nego CD pa je kut (koji se mjeri od okomice) pod kojim svjetlost dolazi s DVD-a u oko za 70% veći od kuta pod kojim svjetlost dolazi s CD-a u oko. Što je s drugim crvenim maksimumom? Kolika je valna duljina vidljive svjetlosti (od 350nm do 700nm) koja ti u oko dolazi nakon difrakcije na DVD-u?

Zadatak 5 (10 bodova)

Uzorak vodikovih atoma obasjan je svjetlošću valne duljine 360nm. Primijećeni su izbijeni elektroni iako je energija fotona manja od energije ionizacije osnovnog stanja atoma vodika. Kolika je brzina izletjelih elektrona, znajući da je ona najmanja moguća za tu valnu duljinu svjetlosti? $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$, $c=3\cdot 10^8\text{m/s}$, $h=6,626\cdot 10^{-34}\text{Js}$, $m_e=9,11\cdot 10^{-31}\text{kg}$.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23.01.2014.

RJEŠENJA - Srednje škole - 4. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Količina gibanja čestice mase m pri gibanju brzinom v iznosi $p = \frac{mv}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$, dok je nerelativistički izraz $p' = m v$. (3 b.)

Iz uvjeta zadatka $\frac{p}{p'} = 2$ slijedi $1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4}$. (3 b.)

Ukupna energija je $E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4} = \sqrt{\frac{m^2 v^2 c^2}{1-v^2/c^2} + m^2 c^4} = \sqrt{\frac{m^2 c^4}{1-v^2/c^2}} = 2mc^2$ (3 b.)

Uvrštavanjem mase protona dobije se $E = 3 \cdot 10^{-10} \text{J}$. (1 b.)

Zadatak 2 (10 bodova)

Za zraku koja iz tekućine prelazi u zrak zakon loma je $n_t \sin u = n_z \sin l = \sin l = \sin 2u = 2 \sin u \cos u$, gdje je u kut između okomice i zrake u tekućini, l kut između okomice i zrake u zraku, a $n_t = 1,55$ indeks loma tekućine i $n_z = 1,00$ indeks loma zraka. (4 b.)

Iz $\cos u = n_t/2$ dobije se $u = 39,2^\circ$. Time je $l = 78,4^\circ$. (1 b.)

Kad je između tekućine i zraka planparalelan sloj leda, imamo dva loma, pa je $n_t \sin u = n_l \sin l_1$ i $n_l \sin l_1 = n_z \sin l_2$ pa je $n_t \sin u = \sin l_2$, to jest $l_2 = l = 78,4^\circ$. (4 b.)

Skice donose: (1 b.)

Zadatak 3 (10 bodova)

Budući da nastaje realna slika, mora biti $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f}$, gdje je a_1 udaljenost predmeta do leće, a b_1 slike od leće. (2 b.)

Uvrštavanjem zadanog $b_1/a_1 = 2$ u jednadžbu leće slijedi $a_1 = \frac{3f}{2}$. (2 b.)

Isto tako, iz $\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f}$ i $a_2/b_2 = 2$ slijedi $a_2 = 3f$. (2 b.)

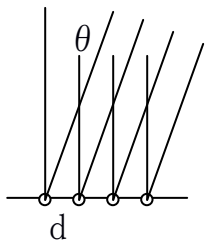
Pomak predmeta je $d = a_2 - a_1$, pa slijedi $f = \frac{2d}{3} = 6 \text{cm}$. (2 b.)

Slike donose ukupno: (2 b.)

Zadatak 4 (10 bodova)

Slike ukupno donose

(2 b.)



Razlika puteva dviju zraka reflektiranih na susjednim zarezima je $d\sin\theta$. (1 b.)

U oko dolazi svjetlost valne duljine za koju se pod tim kutem θ ostvari konstruktivna interferencija, a to je za $d\sin\theta=k\lambda$, gdje su k cijeli broj i λ valna duljina svjetlosti.

(1 b.)

Kutevi maksimuma za difrakciju na CD-u su $\theta=24^\circ$ za $k=1$ i $\theta=54,3^\circ$ za $k=2$. (2 b.)

$k=2$ otpada jer ne postoji 70% veći kut istovremeno manji od 90° .

(1 b.)

S DVD-a svjetlost dolazi pod kutem $\theta=1,70\cdot 24^\circ=40,8^\circ$. Stoga je $\lambda = \frac{740\text{nm} \cdot \sin 40,8^\circ}{k}=483,5\text{nm}$ (jedino $k=1$ daje vidljivu svjetlost).

(3 b.)

Zadatak 5 (10 bodova)

Spektar dopuštenih energija elektrona u vodikovu atomu dan je s $E_n = -13,6\text{eV} \cdot \frac{1}{n^2}$, gdje je $n=1,2,3$,

(2 b.)

Energija fotona je $hc/\lambda = 5,518 \cdot 10^{-19}\text{J}=3,449\text{eV}$, pa je najniže stanje iz kojeg foton može izbaciti elektron iz atoma $n=2$ ($E_2 = -3,4\text{eV}$).

(3 b.)

Kinetička energija izbačenog elektrona je $K = E_2 + \frac{hc}{\lambda} = 0,049\text{eV}=7,84 \cdot 10^{-21}\text{J}$.

(3 b.)

Brzina je $v = \sqrt{\frac{2K}{m}}=131,2\text{km/s}$

(2 b.)