

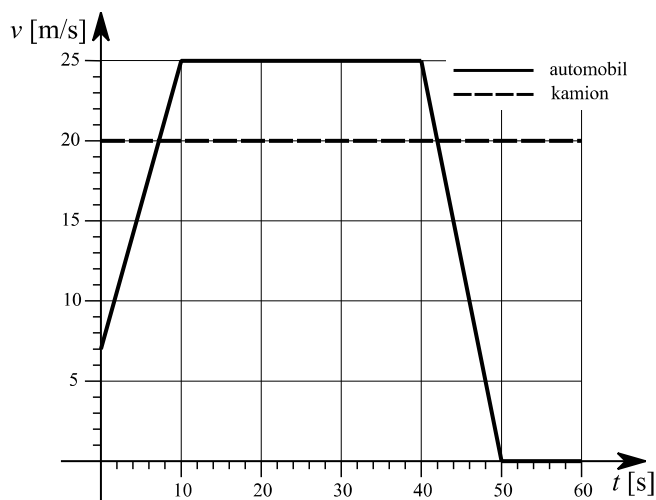
OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2012/2013

Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (11 bodova)

Automobil i kamion voze po ravnoj cesti u istom smjeru (pozitivnom smjeru x -osi). U trenutku $t = 0$ kamion se nalazi 200 m ispred automobila. Na grafu je prikazana ovisnost brzine automobila i kamiona o vremenu.

- Nacrtajte ovisnost položaja automobila i kamiona o vremenu ($x(t)$ graf).
- Koliko iznosi udaljenost između automobila i kamiona u $t = 60$ s?
- U kojem trenutku je udaljenost između automobila i kamiona najmanja i koliko iznosi?



Zadatak 2 (10 bodova)

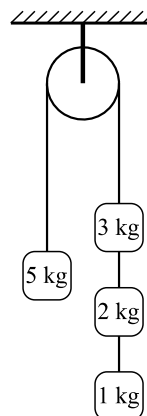
Divlja patka leti brzinom 70 km/h u odnosu na zrak. Vjetar puše brzinom 4 m/s prema istoku.

- Ako je smjer brzine patke prema jugu, izračunajte iznos ukupne brzine patke u odnosu na promatrača koji miruje na Zemlji. Izračunajte pomak patke od početnog položaja nakon 30 min leta i skicirajte u kojem je smjeru pomak.
- Skicirajte u kojem smjeru patka treba letjeti da se obzirom na mirnog promatrača na Zemlji giba prema jugu. Kolika je u ovom slučaju ukupna brzina patke i pomak patke od početnog položaja nakon 30 min leta i u kojem smjeru?

Zadatak 3 (9 bodova)

Četiri utega spojena su nerastezljivim nitima preko kolotura zanemarive mase kao na slici. Sustav u početnom trenutku miruje.

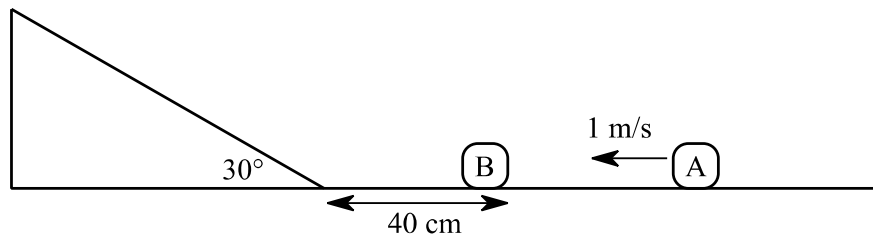
- Odredite iznos i smjer ubrzanja kojim se utezi gibaju.
- Izračunajte napetosti svih niti kojima su tijela povezana.



Zadatak 4 (10 bodova)

Tijelo A giba se po horizontalnoj podlozi bez trenja brzinom 1 m/s prema tijelu B koje miruje u početnom položaju koji je prikazan na slici. Sudar tijela A i B je elastičan. Nakon sudara tijelo B giba se brzinom 2 m/s. Omjer masa tijela A i B je $m_A:m_B = 4:3$. Trenje na kosini je također zanemarivo. Uzmite da je $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Izračunajte iznos i smjer brzine tijela A nakon sudara.
- Hoće li se tijela A i B ponovo sudariti? Ako da, na kojoj udaljenosti od podnožja kosine će doći do drugog sudara tijela A i B?



Zadatak 5 (10 bodova)

Automobil vozi po kružnoj stazi brzinom stalnog iznosa 72 km/h. U automobilu je obješena kuglica na niti zanemarive mase. Kuglica je otklonjena od vertikale za kut 30° . Izračunajte polumjer kružne putanje po kojoj se giba automobil.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2012/2013

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (11 bodova)

Uzmimo da se u početnom trenutku automobil nalazi na položaju $x = 0$, što znači da se kamion nalazi na položaju $x = 200$ m. Prvih 10 s gibanja automobil ubrzava. Prijedeni put jednak je površini ispod $v(t)$ grafa:

$$\Delta x_1 = v_0 \Delta t_1 + \frac{1}{2} (v_1 - v_0) \Delta t_1 = 7 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ s} + \frac{1}{2} (25 \text{ m/s} - 7 \text{ m/s}) \cdot 10 \text{ s} = 160 \text{ m} \quad \text{(1 bod)}$$

Sljedećih 30 s automobil se giba stalnom brzinom 25 m/s te se u $t = 40$ s nalazi na:

$$x_2 = 160 \text{ m} + v_1 \Delta t_2 = 160 \text{ m} + 25 \text{ m/s} \cdot 30 \text{ s} = 910 \text{ m} \quad \text{(1 bod)}$$

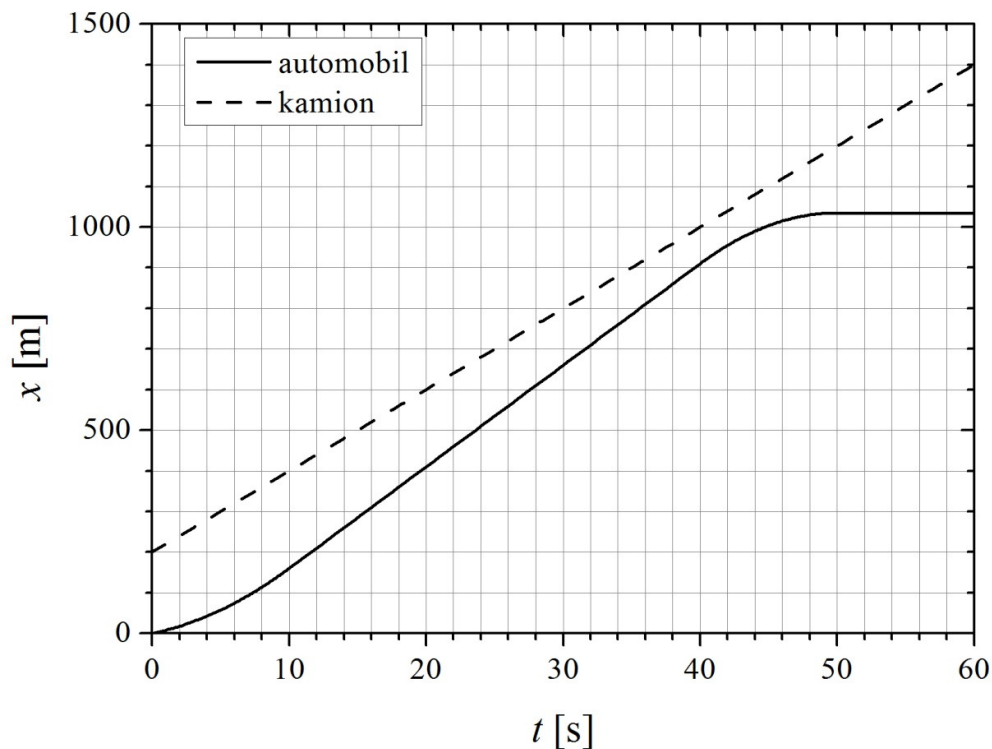
Sljedećih 10 s automobil usporava do zaustavljanja te se u $t = 50$ s nalazi na:

$$x_3 = 910 \text{ m} + \frac{1}{2} v_1 \Delta t_3 = 910 \text{ m} + \frac{1}{2} 25 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ s} = 1035 \text{ m} \quad \text{(1 bod)}$$

Kamion se nakon 60 s gibanja nalazi na:

$$x_3 = 200 \text{ m} + 20 \text{ m/s} \cdot 60 \text{ s} = 1400 \text{ m} \quad \text{(1 bod)}$$

$x(t)$ graf za automobil i kamion je (3 boda):



b) Udaljenost automobila i kamiona u $t = 60$ s je: $1400 \text{ m} - 1035 \text{ m} = 365 \text{ m}$. (1 bod)

c) Udaljenost između automobila i kamiona se smanjuje sve dok je brzina automobila veća od brzine kamiona, odnosno sve dok je relativna brzina automobila u odnosu na kamion pozitivna. Njihove brzine jednake su u $t = 42$ s, što se može očitati s $v(t)$ grafa ili izračunati

uzimajući u obzir da je ubrzanje automobila u trećoj dionici jednako $\frac{0 - 25 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = -2.5 \text{ m/s}^2$

pa je $20 \text{ m/s} = 25 \text{ m/s} - 2.5 \text{ m/s}^2 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ s}$. **(1 bod)**

Najmanja udaljenost automobila i kamiona jednaka je:

$$x_{\min} = x_{\text{kamion}}(42 \text{ s}) - x_{\text{automobil}}(42 \text{ s})$$

$$x_{\min} = 200 \text{ m} + 20 \text{ m/s} \cdot 42 \text{ s} - \left(910 \text{ m} + 25 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} - \frac{1}{2} 2.5 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ s}^2 \right) = 1040 \text{ m} - 955 \text{ m} = 85 \text{ m}$$

(2 boda)

Zadatak 2 (10 bodova)

Brzina vjetra $4 \text{ m/s} = 14.4 \text{ km/h}$.

a) Ukupna brzina patke u odnosu na Zemlju jednaka je:

$$v_{\text{ukupno}}^2 = v_{\text{patka}}^2 + v_{\text{vjetar}}^2$$

$$v_{\text{ukupno}} = \sqrt{v_{\text{patka}}^2 + v_{\text{vjetar}}^2} = 71.5 \text{ km/h} \quad \textbf{(2 boda)}$$

Nakon 30 min leta pomak patke od početnog položaja je $v_{\text{ukupno}} \cdot 0.5 \text{ h} = 35.7 \text{ km}$. **(1 bod)**

Pomak je u smjeru ukupne brzine. **(1 bod)**

b) Ukupna brzina patke u odnosu na Zemlju jednaka je:

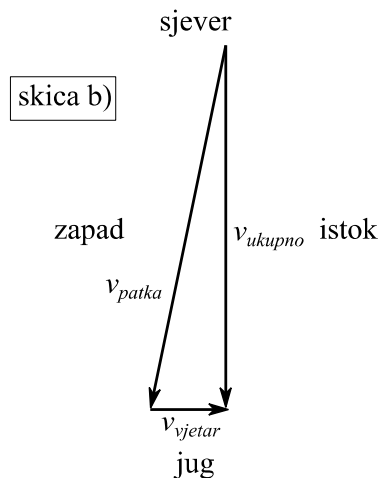
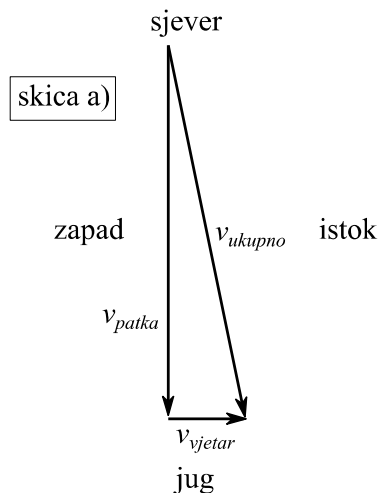
$$v_{\text{ukupno}}^2 = v_{\text{patka}}^2 - v_{\text{vjetar}}^2$$

$$v_{\text{ukupno}} = \sqrt{v_{\text{patka}}^2 - v_{\text{vjetar}}^2} = 68.5 \text{ km/h} \quad \textbf{(2 boda)}$$

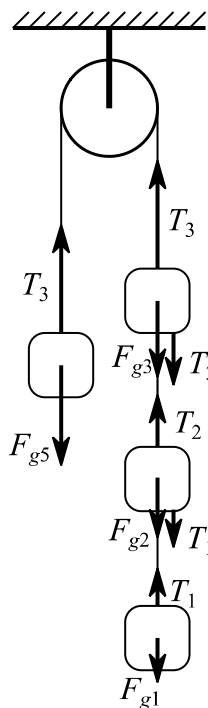
Nakon 30 min leta pomak patke od početnog položaja je $v_{\text{ukupno}} \cdot 0.5 \text{ h} = 34.3 \text{ km}$. **(1 bod)**

Pomak je u smjeru juga. **(1 bod)**

Duljine vektora brzine trebaju imati približno točne iznose s obzirom na zadane brzine patke i vjetra. **(2 boda)**



Zadatak 3 (9 bodova)



Iz dijagrama sila za svako tijelo i primjenom 2. Newtonovog zakona dobiju se sljedeće jednačbe:

$$m_1 a = m_1 g - T_1$$

$$m_2 a = m_2 g + T_1 - T_2$$

$$m_3 a = m_3 g + T_2 - T_3$$

$$m_5 a = T_3 - m_5 g \quad \text{(2 boda)}$$

Zbrajanjem jednačbi dobije se:

$$(m_1 + m_2 + m_3 + m_5) a = (m_1 + m_2 + m_3 - m_5) g$$

$$a = \frac{m_1 + m_2 + m_3 - m_5}{m_1 + m_2 + m_3 + m_5} g = \frac{1}{11} g = 0.89 \text{ m/s}^2 \quad \text{(3 boda)}$$

Tijela m_1 , m_2 i m_3 gibaju se prema dolje, a tijelo m_5 giba se prema gore. (1 bod)

Napetosti užeta dobiju se uvrštavanjem u početne jednačbe:

$$T_1 = m_1 (g - a) = \frac{10}{11} g = 8.9 \text{ N} \quad \text{(1 bod)}$$

$$T_2 = (m_1 + m_2)(g - a) = 3 \cdot \frac{10}{11} g = 26.8 \text{ N} \quad \text{(1 bod)}$$

$$T_3 = m_3 (g + a) = 5 \cdot \frac{12}{11} g = 53.5 \text{ N} \quad \text{(1 bod)}$$

Zadatak 4 (10 bodova)

Uzmimo da je pozitivan smjer brzine prema lijevo. Zakon očuvanja količine gibanja za sudar je:

$$m_A v_A = m_A v'_A + m_B v'_B$$

Brzina tijela B nakon sudara je u pozitivnom smjeru. Uvrštavanjem $3m_A = 4m_B$ dobije se:

$$4v_A = 4v'_A + 3v'_B$$

$$v'_A = v_A - \frac{3}{4} v'_B = 1 \text{ m/s} - \frac{3}{4} \cdot 2 \text{ m/s} = -0.5 \text{ m/s} \quad \text{(3 boda)}$$

Tijelo A se nakon sudara giba prema desno. (1 bod)

Vrijeme potrebno da tijelo B dođe do podnožja kosine jednako je:

$$t_1 = \frac{0.4 \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 0.2 \text{ s}$$

Na kosini tijelo B giba se jednoliko ubrzano s ubrzanjem $a = -\frac{1}{2} g$ (1 bod), što znači da će se zaustaviti nakon:

$$t_2 = \frac{2 \text{ m/s}}{a} = 0.4 \text{ s} \quad \text{(1 bod)}$$

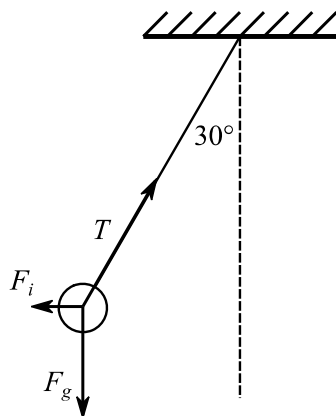
Jednako vrijeme potrebno je i da se tijelo B spusti niz kosinu. Prema tome, tijelo B će se naći u podnožju kosine $t_1 + 2t_2 = 1 \text{ s}$ nakon sudara. (1 bod)

Za to vrijeme tijelo A će prijeći put $0.5 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} = 0.5 \text{ m}$ prema desno, što znači da su tijela A i B udaljena 0.9 m te se gibaju u istom smjeru. S obzirom da je brzina tijela B veća od brzine tijela A, doći će do sudara. (1 bod)

Tijela će se ponovo sudariti:

$$v'_B t = 0.9 \text{ m} + v'_A t \Rightarrow t = \frac{0.9 \text{ m}}{v'_B - v'_A} = \frac{0.9 \text{ m}}{1.5 \text{ m/s}} = 0.6 \text{ s}; v'_B t = 1.2 \text{ m od podnožja kosine. (2 boda)}$$

Zadatak 5 (10 bodova)



Iz dijagrama sila slijede jednačbe:

$$F_i = \frac{1}{2} T \quad (2 \text{ boda})$$

$$F_g = \frac{\sqrt{3}}{2} T \quad (2 \text{ boda})$$

Inercijalna sila na kuglicu jednaka je

$$F_i = m a_{cp} \quad (1 \text{ bod})$$

gdje je m masa kuglica, a a_{cp} centripetalno ubrzanje automobila.

Rješavanjem sustava jednačbi može se izračunati a_{cp} :

$$m a_{cp} = \frac{1}{2} \frac{2}{\sqrt{3}} m g \Rightarrow a_{cp} = \frac{1}{\sqrt{3}} g \quad (2 \text{ boda})$$

Centripetalno ubrzanje automobila jednako je

$$a_{cp} = \frac{v^2}{r}$$

iz čega slijedi

$$r = \sqrt{3} \frac{v^2}{g} = \sqrt{3} \frac{(20 \text{ m/s})^2}{9.81 \text{ m/s}^2} = 70.6 \text{ m} \quad (3 \text{ boda})$$

Srednje škole – 2. skupina

1. zadatak (8 bodova)

U staklenoj posudi mase 2 kg nalaze se 4 litre vode. U vodu se uroni grijač. Nakon 10 minuta zagrijavanja, temperatura vode i posude povećala se za 10°C (pretpostavite da pri tome nema izmjene topline s okolinom). Kolika je snaga grijača, ako se 1.5% energije ne iskoristi? Specifični toplinski kapaciteti vode i stakla su $4190 \text{ J}/(\text{kgK})$ i $800 \text{ J}/(\text{kgK})$. Gustoća vode je $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$.

2. zadatak (10 bodova)

Zatvoreni cilindar volumena 2 m^3 podijeljen je horizontalnim klipom zanemarive debljine na dva dijela. U oba dijela nalazi se isti idealni plin na temperaturi 300 K . Klip ima masu 10 kg i može kliziti bez trenja. Volumen gornjeg dijela cilindra je dva puta veći od volumena donjeg dijela i klip miruje. Ukupno se u cilindru nalazi 12 molova plina. Izračunajte broj molova plina u gornjem dijelu cilindra. Opća plinska konstanta je $8.314 \text{ J}/(\text{Kmol})$. Površina svake strane klipa je 1 m^2 .

3. zadatak (11 bodova)

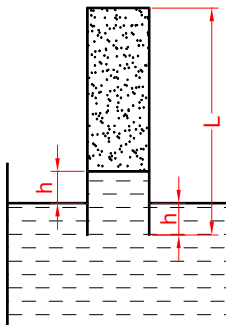
Komad drveta, na koji je namotana metalna žica, lebdi u vodi pri temperaturi 15°C .

- Izračunajte masu žice.
- Koliki dio volumena drveta bi bio uronjen u vodu ako maknemo žicu?
- Kakav bi bio vaš odgovor pod b) ako temperaturu cijelog sustava povećamo za 65°C ? Promjenu gustoće vode zanemarite.

Masa drveta je 300 g . Na temperaturi 15°C gustoće drveta, žice i vode su $600 \text{ kg}/\text{m}^3$, $8900 \text{ kg}/\text{m}^3$ i $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$. Koeficijent volumnog rastezanja za drvo je $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

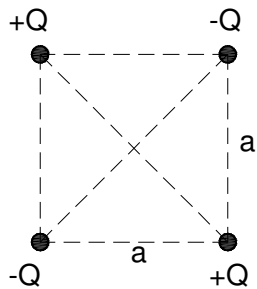
4. zadatak (11 bodova)

Staklena cijev, zatvorena na jednom kraju, duljine $L = 22 \text{ cm}$ uronjena je u živu (kao na slici). Stupac žive u cijevi visok je $2h = 2 \text{ cm}$. Ostatak cijevi ispunjen je plinom temperature 20°C . Za koliko bi trebalo povećati temperaturu plina u staklenoj cijevi da bi se živa istisnula iz cijevi? Atmosferski tlak iznosi 10^5 Pa , gustoća žive je $13\,600 \text{ kg}/\text{m}^3$.

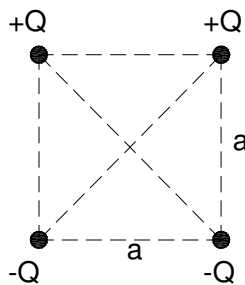


5. zadatak (10 bodova)

U vrhovima kvadrata stranice a učvršćena su dva pozitivna i dva negativna točkasta naboja. Odredite električni potencijal i električno polje (smjer označite na slici) u središtu kvadrata, ako su naboji razmješteni kao na slici a) i kao na slici b).



Slika a)



Slika b)

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2013.

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 (8 bodova)

$m_s = 2$ kg, $V_v = 0.004$ m³, $t = 600$ s, $\Delta T = 10$ K, $\rho_v = 1000$ kg/m³, $\eta = 0.985$, $c_v = 4190$ J/(kgK),
 $c_s = 800$ J/(kgK)

Toplina potrebna da se temperatura vode i posude poveća za ΔT je:

$$Q = m_s c_s \Delta T + m_v c_v \Delta T \quad (2 \text{ boda})$$

$$Q = Pt\eta \quad (2 \text{ boda})$$

$$Pt\eta = m_s c_s \Delta T + V_v \rho_v c_v \Delta T \quad (1 \text{ bod})$$

Tražena snaga grijača je:
$$P = \frac{(m_s c_s + V_v \rho_v c_v) \Delta T}{t\eta} \quad (2 \text{ boda})$$

$$P = 310.7 \text{ W} \quad (1 \text{ bod})$$

2. zadatak (10 bodova)

$V = 2$ m³, $M = 10$ kg, $T = 300$ K, $n = 10$ mol, $S = 1$ m², $g = 9.81$ m/s², indeks 1 odnosi se na donji, a indeks 2 na gornji dio cilindra.

Za oba dijela cilindra primjenom jednadžbe stanja idealnog plina dobivamo:

$$p_i V_i = n_i R T_i \quad i = 1, 2 \quad (1 \text{ bod})$$

Donji dio:
$$p_1 \frac{V}{3} = n_1 R T \quad (1 \text{ bod})$$

Gornji dio:
$$p_2 \frac{2V}{3} = n_2 R T \quad (1 \text{ bod})$$

Budući da klip miruje, vrijedi:

$$p_2 + \frac{Mg}{S} = p_1 \quad (3 \text{ boda})$$

Na temelju tri napisana izraza, te uzevši u obzir da je $n_2 + n_1 = n$ dobiva se:

$$n_2 = \frac{6nRT - 2VMg/S}{9RT} = \frac{2n}{3} - \frac{2VMg}{9RTS} \quad (3 \text{ boda})$$

$$n_2 = 7.98 \text{ mol} \quad (1 \text{ bod})$$

3. zadatak (11 bodova)

$m_d = 0.3$ kg, $\rho_d = 600$ kg/m³, $\rho_z = 8900$ kg/m³, $\rho_v = 1000$ kg/m³, $\beta = 12 \cdot 10^{-6}$ K⁻¹, $\Delta t = 65$ K

a) Ako drvo s žicom lebdi u vodi, ukupna težina jednaka je sili uzgona:

$$(m_d + m_z)g = Vg\rho_v \quad (2 \text{ boda})$$

Pri čemu je uronjeni volumen:

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2013.

$$V = \frac{m_d}{\rho_d} + \frac{m_z}{\rho_z} \quad (1 \text{ bod})$$

Potrebna masa žice je:

$$m_z = m_d \frac{\frac{\rho_v}{\rho_d} - 1}{1 - \frac{\rho_v}{\rho_z}} \quad (1 \text{ bod}):$$

$$m_z = 0.23 \text{ kg} \quad (1 \text{ bod})$$

b) Drvo bez žice je djelomično uronjeno u vodu i vrijedi:

$$m_d g = V_{\text{uronjeno}} \rho_v g \quad (1 \text{ bod})$$

$$V_{\text{uronjeno}} = \frac{\rho_d}{\rho_v} V_d = 0.6 V_d \quad (1 \text{ bod})$$

Prema tome, 60% drveta je uronjeno u vodu.

c) Zagrijavanjem se volumen drveta povećava, a gutoća smanjuje (masa ostaje ista)

$$V_d' = V_d (1 + \beta \Delta t), \quad \rho_d' = \frac{m_d}{V_d (1 + \beta \Delta t)} \quad (2 \text{ boda})$$

Uronjeni dio volumena je:

$$V_{\text{uronjeno}}' = \frac{\rho_d'}{\rho_v} V_d' = \frac{m_d}{V_d (1 + \beta \Delta t)} \frac{1}{\rho_v} V_d' = \frac{\rho_d}{\rho_v (1 + \beta \Delta t)} V_d' = 0.6 V_d' \frac{1}{(1 + \beta \Delta t)} = 0.5995 V_d' \quad (2 \text{ boda})$$

Prema tome, na temperaturi 80°C, 59.95% volumena drveta je uronjeno u vodu.

Napomena: Još uvijek se po udžbenicima može naći izraz $V(t) = V_o (1 + \beta t)$ gdje je V_o volumen na 0°C, a t je temperatura u °C. Prihvatiti i takav način rješavanja.

4. zadatak (11 bodova)

$T = 293 \text{ K}$, $L = 22 \text{ cm}$, $h = 1 \text{ cm}$, $p_{at} = 10^5 \text{ Pa}$, $\rho = 13\,600 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, p_1 je tlak plina u cijevi na temperaturi T , a p_2 na $T + \Delta T$, S je površina presjeka cijevi.

Početno vrijedi: $p_{at} = p_1 + hg\rho \quad (2 \text{ boda})$

$$p_1 S(L - 2h) = nRT \quad (2 \text{ boda})$$

Povećanjem temperature plina, živa se istisne iz cijevi i vrijedi:

$$p_{at} + hg\rho = p_2 \quad (2 \text{ boda})$$

$$p_2 S L = nR(T + \Delta T) \quad (2 \text{ boda})$$

Potrebno povećanje temperature je:

$$\Delta T = T \left(\frac{p_{at} + hg\rho}{p_{at} - hg\rho} \cdot \frac{L}{L - 2h} - 1 \right) \quad (2 \text{ boda})$$

$$\Delta T = 38 \text{ K} \quad (1 \text{ bod})$$

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2013.

5. zadatak (10 bodova)

a) Svaki naboj udaljen je od središta kvadrata za $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ i doprinosi ukupnom potencijalu u toj točki s

$\pm k \frac{Q}{a\sqrt{2}/2}$ (predznak ovisi o predznaku naboja), pa je ukupni potencijal **nula**. (2 boda)

Električno polje u središtu kvadrata od svakog naboja dano je izrazom:

$$E = k \frac{Q}{a^2/2} \quad (1 \text{ bod})$$

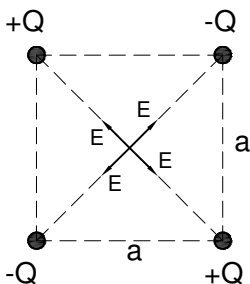
Budući da su smjerovi tih polja kao na slici a), ukupno električno polje je **nula**. (1 bod)

b) Iz istog razloga kao i u a), ukupni potencijal u središtu kvadrata je **nula**. (2 boda)

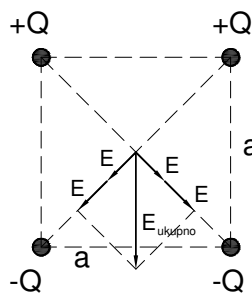
Pojedinačna električna polja imaju smjer kao na slici b), pa je ukupno polje (dijagonala kvadrata stranice

$2E$): $E_{ukupno} = 2E\sqrt{2} = 4\sqrt{2}k \frac{Q}{a^2}$ (2 boda)

i ima smjer kao na slici b) (prema dole) (2 boda)



Slika a)



Slika b)

Srednje škole – 3. skupina

Zadatak 1. (10 bodova)

Elektron ima brzinu 1.2×10^4 m/s (u pozitivnom smjeru osi x), i akceleraciju 2×10^{12} m/s² (u pozitivnom smjeru osi z) u jednolikom električnom i magnetskom polju. Ukoliko je jakost električnog polja 20 N/C (u pozitivnom smjeru osi z), što možete izračunati u vezi magnetskog polja u istom području? Što je nemoguće izračunati?

Zadatak 2. (10 bodova)

Jedan elektron elastično se sudara s drugim elektronom koji je početno u stanju mirovanja. Nakon sudara, radijusi njihovih trajektorija su 1 cm i 2.4 cm. Trajektorije su okomite na jednoliko magnetsko polje jakosti 0.044 T. Izračunajte energiju (u keV) upadnog elektrona, prije sudara.

Zadatak 3. (10 bodova)

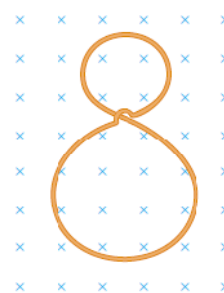
Dugačka ravna žica leži na horizontalnoj podlozi i njome teče struja 1.2 μ A. Proton se giba paralelno sa žicom (u smjeru suprotnom smjeru električne struje) konstantnom brzinom 2.3×10^4 m/s na udaljenosti d iznad žice (u vakuumu). Izračunajte d . Zanimarite magnetsko polje Zemlje.

Zadatak 4. (10 bodova)

Četvoro ljudi, svaki mase 72.4 kg, nalaze se u automobilu čija masa iznosi 1130 kg. Odjednom dolazi to zemljotresa. Vozač uspješno zaustavlja automobil pored ceste, dok vertikalne oscilacije Zemljine površine izazivaju poskakivanje automobila na amortizerima. Amplituda oscilacija automobila najveća je u trenutku kada frekvencija Zemljinog podrhtavanja iznosi 1.8 Hz. Nakon završetka zemljotresa, četvoro ljudi bježi iz automobila što je brže moguće. Za koliko će amortizeri podići automobil nakon što su ga ljudi napustili?

Zadatak 5. (10 bodova)

Komad žice ima oblik kao na slici. Polumjer gornjeg kruga je 5 cm, a donjeg 9 cm. Žica ima jednoliki otpor po jedinici duljine 3 Ω /m. Jednoliko magnetsko polje usmjereno je okomito na ravninu krugova, u smjeru kao na slici. Magnetsko polje povećava se konstantnom brzinom 2 T/s. Odredite jakost i smjer inducirane struje u žici.



OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2013.

Srednje škole – 3. skupina

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1. (10 bodova)

Električna sila: $q\vec{E} = (-1.6 \times 10^{-19}\text{C})(20 \text{ N/C})\hat{k} = (-3.2 \times 10^{-18} \text{ N})\hat{k}$ [2 boda]

Ukupna sila: $\Sigma \vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = m\vec{a}$ [1 bod]

$$\begin{aligned} & (-3.2 \times 10^{-18}\text{N})\hat{k} - 1.6 \times 10^{-19}\text{C}(1.2 \times 10^4 \text{ m/s}\hat{i}) \times \vec{B} \\ & = (9.11 \times 10^{-31})(2 \times 10^{12} \text{ m/s}^2)\hat{k} \end{aligned}$$

[2 boda]

$$(1.92 \times 10^{-15}\text{C} \cdot \text{m/s}^2)\hat{i} \times \vec{B} = -(5.02 \times 10^{-18}\text{N})\hat{k}$$

[1 bod]

x-komponenta magnetskog polja može poprimiti bilo koju vrijednost, [2 boda]

a mora vrijediti sljedeće: $B_z = 0$ i $B_y = -2.62 \text{ mT}$. [2 boda]

Zadatak 2. (10 bodova)

Za svaki elektron vrijedi $|q|vB\sin 90^\circ = \frac{mv^2}{r}$, [2 boda]

odnosno $v = \frac{eBr}{m}$. [2 boda]

Budući da je sudar elastičan:

$$K = \frac{1}{2}mv_{1i}^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_{1f}^2 + \frac{1}{2}mv_{2f}^2$$

[2 boda]

$$K = \frac{1}{2}m\left(\frac{e^2B^2R_1^2}{m^2}\right) + \frac{1}{2}m\left(\frac{e^2B^2R_2^2}{m^2}\right) = \frac{e^2B^2}{2m}(R_1^2 + R_2^2)$$

[2 boda]

Uvrštavanjem poznatih vrijednosti dobiva se $K = 115 \text{ keV}$. [2 boda]

Zadatak 3. (10 bodova)

Neka je smjer električne struje I prema desno. Struja stvara magnetsko polje $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$ na mjestu gdje se nalazi proton. [3 boda]

Magnetska sila uravnotežena je s težinom protona:

$$mg(-\hat{j}) + qv(-\hat{i}) \times \frac{\mu_0 I}{2\pi d}(\hat{k}) = 0 \text{ na udaljenosti } d \text{ od žice.}$$

[3 boda]

Time dolazimo do rješenja:

$$d = \frac{qv\mu_0 I}{2\pi mg} = 5.4 \text{ cm.}$$

[4 boda]

Zadatak 4. (10 bodova)

U slučaju rezonantnih vibracija s ljudima u automobilu, možemo izračunati konstantu opruge amortizera:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad [3 \text{ boda}]$$

$$k = 4\pi^2 f^2 m = 4\pi^2 (1.8 \text{ s}^{-1})^2 (1130 \text{ kg} + 4(72.4 \text{ kg})) 1.82 \times 10^5 \text{ kg/s}^2 \quad [3 \text{ boda}]$$

Nakon što putnici napuste automobil imamo sljedeće:

$$x = \frac{F}{k} = \frac{4(72.4 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)}{1.82 \times 10^5 \text{ kg/s}^2} = 1.56 \times 10^2 \text{ m} \quad [3 \text{ boda}]$$

Zadatak 5 (10 bodova)

Površina gornje petlje je $\pi(0.05 \text{ m})^2 = 7.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. [1 bod]

Inducirana elektromotorna sila je:

$$\varepsilon = -NA \frac{\Delta(BA \cos\theta)}{\Delta t} = -1 \cdot A \cdot \cos 0^\circ \frac{\Delta B}{\Delta t} = -7.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2 (2 \text{ T/s}) = -1.57 \times 10^{-2} \text{ V}.$$

[1 bod]

Negativan znak pokazuje da je smjer inducirane struje u **smjeru suprotnom smjeru kretanja kazaljke na satu**, tako da stvara vlastito magnetsko polje u smjeru iz stranice.

[1 bod]

Na isti način, za donju petlju dobivamo:

$$\varepsilon = -NA \frac{\Delta(BA \cos\theta)}{\Delta t} = -5.09 \times 10^{-2} \text{ V}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Smjer ove struje je suprotan smjeru kretanja kazaljke na satu, koji postaje u smjeru kretanja kazaljke na satu u gornjoj petlji!

[1 bod]

Ukupna elektromotorna sila za struju je tada:

$$5.09 \times 10^{-2} \text{ V} - 1.57 \times 10^{-2} \text{ V} = 3.52 \times 10^{-2} \text{ V}. \quad [2 \text{ boda}]$$

Ona gura struju u gore opisanom smjeru kroz serijski otpor $[2\pi(0.05 \text{ m}) + 2\pi(0.09 \text{ m})] \cdot 3 \text{ } \Omega/\text{m} = 2.64 \text{ } \Omega$. [1 bod]

Struja je $I = \frac{\varepsilon}{R} = 13.3 \text{ mA}$. [1 bod]

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23.01.2013.

Srednje škole - 4. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Buga i Tuga mirujući promatraju jednu te istu česticu koja se giba određenom brzinom. Buga tvrdi da je količina gibanja čestice $5,98 \cdot 10^{-19} \text{kgm/s}$, a Tuga tvrdi da je količina gibanja čestice $3,84 \cdot 10^{-19} \text{kgm/s}$. Tko je u pravu: Buga ili Tuga? (Jedna je računala relativistički, a druga nerelativistički.) Kolike su masa i brzina promatrane čestice? $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$.

Zadatak 2 (10 bodova)

Na dnu bare dubine 50cm nalazi se žaba. Roda traži žabu hodajući po bari. Indeksa loma vode je 1,333. Geometrijski opiši gdje se rodino oko mora nalaziti pa da bi ona mogla vidjeti žabu! Je li žabi povoljnije/nepovoljnije glede toga loma ako se površina bare zaledi (indeks loma leda je 1,309)?

Zadatak 3 (10 bodova)

Iznos žarišne daljine leće fotoaparata je 5cm. Je li ona konvergentna ili divergentna? Koliko je ona udaljena od filma pri snimanju vrlo dalekih predmeta, a koliko pri snimanju predmeta s udaljenosti 1m? Koliki je omjer brzina gibanja slike i predmeta za oba slučaja, pri gibanju okomitom na optičku os?

Zadatak 4 (10 bodova)

Šetajući kišobranom ispod ulične svjetiljke uočavaš difrakcijske maksimume njene svjetlosti koja prolazi kroz tkaninu kišobrana. Tkanina je okomita na dolazni snop svjetlosti. Kutna udaljenost četiriju prvih maksimuma od nultog maksimuma je pola stupnja (to odrediš uočavajući da je ta udaljenost jednaka kao veličina Mjeseca). Valna duljina svjetlosti je 550nm. Koliki je razmak niti u tkanini kišobrana?

Zadatak 5 (10 bodova)

Pomoću dva jednobojna izvora svjetlosti, valnih duljina 425 nm i 484 nm, te pločice natrija odredit ćeš Planckovu konstantu. Paralelno s uzemljenom pločicom natrija staviš pločastu metalnu elektrodu (tako da svjetlost može doprijeti između njih) koja će prikupljati izletjele elektrone. Prije svakog eksperimenta izbiješ elektrodu (primjerice kratkotrajnim uzemljavanjem), i nakon toga obasjaš natrij svjetlošću, te nakon nešto vremena izmjeriš stacionarnu vrijednost napona između natrija i elektrode. Za jednu valnu duljinu to je 0,288V, a za drugu 0,645V. Koji napon odgovara kojoj valnoj duljini? Kolika je Planckova konstanta? Koliki je izlazni rad za natrij? $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23.01.2013.

Srednje škole - 4. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (10 bodova)

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

U nerelativističkom slučaju to postaje $p_n = mv$. (1 b.)

Buga je u pravu jer je relativistička vrijednost veća. (2 b.)

Eliminacijom m dobije se $v = c\sqrt{1 - p_n^2/p^2} = 0,766c = 2,3 \cdot 10^8$ m/s. (3 b.)

Potom je $m = \frac{p_n}{v} = 1,595 \cdot 10^{-27}$ kg. (2 b.)

Zadatak 2 (10 bodova)

Uvjet za maksimalni kut α pri kojem će zraka izlaziti iz vode $n_v \sin \alpha = 1$ daje $\alpha = 48,6^\circ$. (2 b.)

Stoga će zraka svjetlosti koja dolazi od žabe izlaziti samo kroz površinu oblika kruga polumjera

$r = h \operatorname{tg} \alpha$, gdje je h visina vode, što daje $r = 56,7$ cm. (2 b.)

Roda može vidjeti žabu jedino ako joj je oko unutar stošca čiji je vrh u žabi i stranice prolaze kružnicom izračunatog polumjera, dok je izvan njega ne vidi. (3 b.)

Kad se stvori sloj leda indeksa loma n_l , zakon loma $n_v \sin \alpha = n_l \sin l = 1$ pa je kut α opet isti, to jest žabi to ne pomaže glede loma. Pomak zrake pri prolasku kroz led je mnogo manji od debljine leda, tako da ni na tome ne može profitirati. (3 b.)

Zadatak 3 (10 bodova)

Budući da treba uhvatiti sliku na filmu, ona mora biti realna, a time leća sabirna. (1 b.)

Iz $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ slijedi $b = \frac{fa}{a-f}$. (2 b.)

Za daleke predmete je $b = f = 5$ cm, a za $a = 1$ m je $b = 5,26$ cm. (2 b.)

Pri transversalnom gibanju, omjer brzina jednak je omjeru veličina slika. (2 b.)

Stoga je omjer brzine slike i predmeta $v'/v = b/a$, što za daleke predmete iznosi 0, a za $a = 1$ m iznosi 0,0526. (3 b.)

Zadatak 4 (10 bodova)

Maksimumi difrakcije na rešetki perioda d za valnu duljinu λ javljaju se pod kutovima θ za koje je $d\sin\theta=k\lambda$, gdje je k red difrakcije. **(3 b.)**

Naših četiri maksimuma (po jedan na svakoj strani od središnjeg) javljaju se pod kutom $0,5^\circ$. **(1 b.)**

Slijedi razmak među nitima u tkanini $d=550\text{nm}/\sin 0,5^\circ = 63\mu\text{m}$. **(6 b.)**

Zadatak 5 (10 bodova)

Jednadžba fotoelektričnog učinka može se zapisati kao $\frac{hc}{\lambda} - W = eV$, gdje je V zaustavni napon za izletjele elektrone, W izlazni rad i λ valna duljina svjetlosti. **(2 b.)**

Zaustavni napon je zapravo ostvareni napon među elektrodom i pločicom nakon uspostave stacionarnog stanja. Za manju valnu duljinu, javlja se veći napon. **(2 b.)**

Rješavanje sustava jednadžbi za dvije valne duljine daje: $h = \frac{e}{c} \frac{V_1 - V_2}{1/\lambda_1 - 1/\lambda_2} = 6,638 \cdot 10^{-34} \text{Js}$ **(3 b.)**

i $W = e \frac{\lambda_1 V_1 - \lambda_2 V_2}{\lambda_2 - \lambda_1} = 2,28 \text{eV} = 3,65 \cdot 10^{-19} \text{J}$. **(3 b.)**