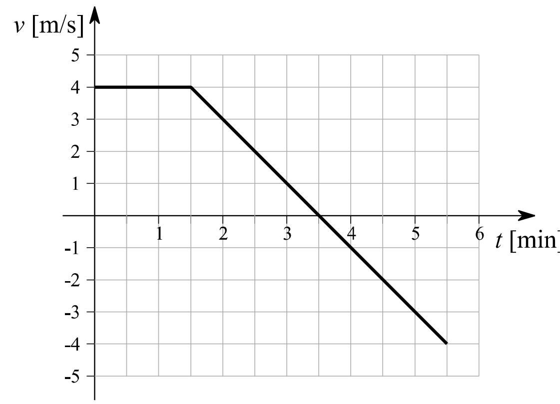
OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE 2011/2012

Srednje škole – 1. grupa

Zadatak 1 (11 bodova)

Tomislav trči po ravnoj stazi. Njegova brzina mijenja se u vremenu kao što je prikazano na slici.

a) Izračunajte prijeđeni put i srednju brzinu u drugoj minuti gibanja.
b) Izračunajte ukupan prijeđeni put i srednju brzinu za cijelo gibanje.
c) Nacrtajte graf ovisnosti položaja Tomislava o vremenu.
d) Odredite udaljenost od početnog do konačnog položaja.
e) Nacrtajte graf ovisnosti ubrzanja o vremenu.



Zadatak 2 (11 bodova)

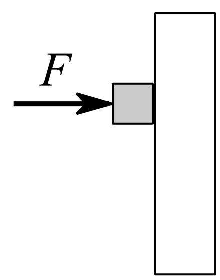
Kamion vozi po ravnoj cesti stalnom brzinom 80 km/h. Automobil također vozi po ravnoj cesti stalnom brzinom v_{auto}. Ako automobil vozi u istom smjeru kao kamion, pretjecanje kamiona traje 3 s dulje, nego što traje mimoilaženje automobila i kamiona, ako automobil vozi u susret kamionu. Duljina kamiona je 18.5 m, a duljina automobila je 4.5 m.

a) Izračunajte brzinu automobila.
b) Izračunajte vrijeme pretjecanja i mimoilaženja.

Zadatak 3 (10 bodova)

Tijelo mase 1.5 kg prislonjeno je uz zid te na njega djelujemo silom F kao što je prikazano na slici. Koeficijent trenja između tijela i zida je 0.4.

a) Nacrtajte sve sile koje djeluju na tijelo.
b) Izračunajte iznos sile F, ako se tijelo spušta niz zid stalnom brzinom.
c) Izračunajte iznos sile F, ako se tijelo spušta niz zid ubrzano ubrzanjem 6 m/s^2.



Zadatak 4 (10 bodova)

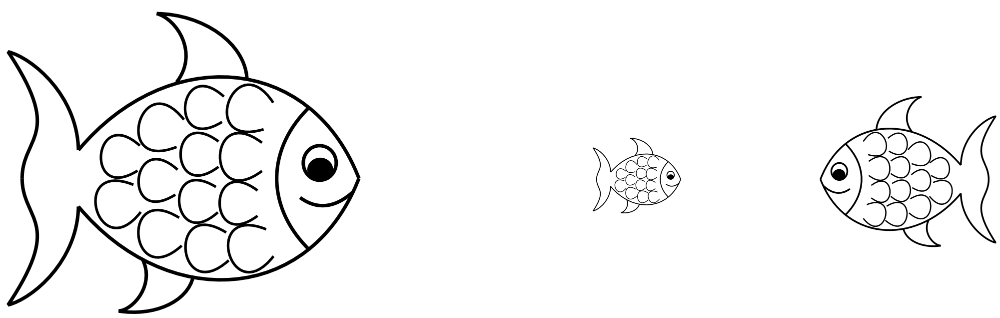
Štap duljine 50 cm obješen je za jedan svoj kraj na vrhu zgrade. U određenom trenutku štap počne padati bez početne brzine. Promatrač stoji pored prozora, čiji se donji rub nalazi točno na polovici visine zgrade, te izmjeri da je štapu potrebno 40 ms da prođe pored donjeg ruba prozora.

a) Izračunajte visinu zgrade.
b) Nakon koliko vremena od početka padanja će štap pasti na tlo?

Zadatak 5 (8 bodova)

Tri ribe plivaju u mirnom moru stalnim brzinama po istom pravcu. Najmanja riba ima masu 300 g i pliva brzinom 3 m/s u smjeru kao što je prikazano na slici. Riba srednje veličine ima masu 4 kg i pliva brzinom 5 m/s prema najmanjoj ribi te ju proguta. U trenutku „sudara“ dvije ribe zanemarite utjecaj mora na njihovo gibanje. Pretpostavite da se srednja riba, nakon što proguta najmanju ribu, nastavlja gibati brzinom koju je imala neposredno nakon „sudara“. Najveća riba ima masu 100 kg i pliva brzinom 15 m/s u smjeru kao što je prikazano na slici. Najveća riba proguta ribu srednje veličine koja je prethodno progutala najmanju ribu (također zanemarite utjecaj mora na njihovo gibanje u trenutku „sudara“).

a) Izračunajte brzinu (iznos i smjer) ribe srednje veličine neposredno nakon što proguta najmanju ribu.
b) Izračunajte brzinu (iznos i smjer) najveće ribe neposredno nakon što proguta ribu srednje veličine.

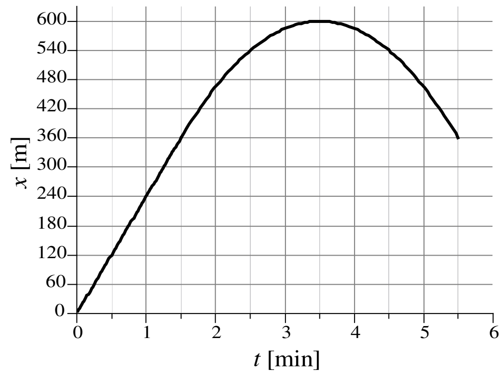


OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE 2011/2012

Srednje škole – 1. grupa

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1 (11 bodova)



a) Put prijeđen u drugoj minuti gibanja može se izračunati kao površina ispod krivulje na *v-t* grafu od $t = 1\,\text{min}$ do $t = 2\,\text{min}$:

$$\Delta s_{1\to 2} = (4\ \text{m/s})\cdot(60\ \text{s}) - \frac{1}{2}(1\ \text{m/s})\cdot(30\ \text{s}) = 225\ \text{m}$$

(**2 boda**)

Srednja brzina u drugoj minuti gibanja je:

$$\bar{v}_{1\to 2} = \frac{225\ \text{m}}{60\ \text{s}} = 3.75\ \text{m/s}$$ (**1 bod**)

b) Ukupan prijeđeni put je:

$$\Delta s = (4\ \text{m/s})\cdot(90\ \text{s}) + 2\cdot\frac{1}{2}(4\ \text{m/s})\cdot(120\ \text{s}) = 840\ \text{m}$$

(**2 boda**)

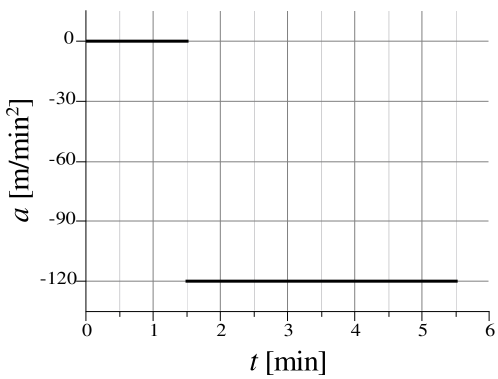
Srednja brzina za cijelo gibanje je:

$$\bar{v}_{1\to 2} = \frac{840\ \text{m}}{330\ \text{s}} = 2.55\ \text{m/s}$$ (**1 bod**)

c) **3 boda** za ispravno nacrtan *x-t* graf.

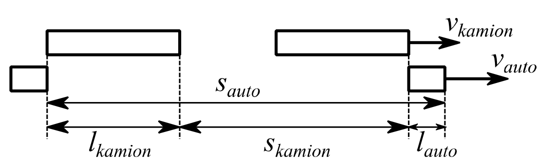
d) S *x-t* grafa može se očitati da je udaljenost od početnog do konačnog položaja 360 m (**1 bod**).

e) **1 bod** za ispravno nacrtan *a-t* graf.

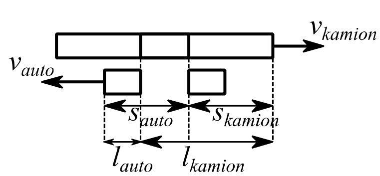


Zadatak 2 (11 bodova)

PRETJECANJE:



MIMOILAŽENJE:



Za točno nacrtanu skicu dodijeliti **2 boda**, no ako je zadatak *u potpunosti točno* riješen bez skice, dodijeliti maksimalan broj bodova. Sa skice se može vidjeti da za pretjecanje vrijedi:

$s_{auto} = s_{kamion} + l_{kamion} + l_{auto}$ (**1 bod**)

gdje je $s_{auto} = v_{auto} t_p$ i $s_{kamion} = v_{kamion} t_p$.

Uvrštavanjem slijedi:

$l_{kamion} + l_{auto} = (v_{auto} - v_{kamion}) t_p$ (**1 bod**)

(Do istog izraza se može doći promatrajući relativnu brzinu automobila u odnosu na kamion.)

Za mimoilaženje automobila i kamiona (sa skice) vrijedi:

$s_{auto} + s_{kamion} = l_{kamion} + l_{auto}$ (**1 bod**)
gdje je $s_{auto} = v_{auto} t_m$ i $s_{kamion} = v_{kamion} t_m$.
Uvrštavanjem slijedi:
$l_{kamion} + l_{auto} = (v_{auto} + v_{kamion}) t_m$ (**1 bod**)
Za vrijeme pretjecanja i mimoilaženja vrijedi:
$t_p = t_m + 3\,\text{s}$ (**1 bod**)
Dobije se sustav jednadžbi:

$$23\,\text{m} = (v_{auto} - v_{kamion})(t_m + 3\,\text{s})$$

$$23\,\text{m} = (v_{auto} + v_{kamion}) t_m$$

Oduzimanjem druge jednadžbe od prve pa njihovim zbrajanjem dobije se:

$$0 = -2 v_{kamion} t_m + (3\,\text{s})(v_{auto} - v_{kamion}) \;\Rightarrow\; t_m = \frac{(3\,\text{s})}{2}\left(\frac{v_{auto}}{v_{kamion}} - 1\right)$$

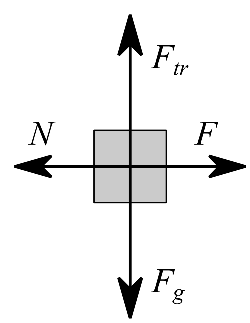
$$46\,\text{m} = 2 v_{auto} t_m + (3\,\text{s})(v_{auto} - v_{kamion}) \;\Rightarrow\; 46\,\text{m} = v_{auto}(3\,\text{s})\left(\frac{v_{auto}}{v_{kamion}} - 1\right) + v_{auto}(3\,\text{s}) - v_{kamion}(3\,\text{s})$$

$$\Rightarrow\; (46\,\text{m}) v_{kamion} = v_{auto}^2 (3\,\text{s}) - v_{kamion}^2 (3\,\text{s}) \;\Rightarrow\; v_{auto} = \sqrt{v_{kamion}^2 + \frac{(46\,\text{m}) v_{kamion}}{(3\,\text{s})}} = 28.9\,\text{m/s} = 104\,\text{km/h}$$

Točno riješen sustav jednadžbi i točna brzina v_{auto}: **3 boda**

$$\Rightarrow\; t_m = \frac{(3\,\text{s})}{2}\left(\frac{v_{auto}}{v_{kamion}} - 1\right) = 0.45\,\text{s}\,,\; t_p = 3.45\,\text{s}$$ (**1 bod**)

Zadatak 3 (10 bodova)



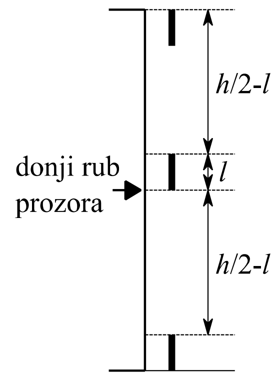
a) Sile koje djeluju na tijelo prikazane su na slici. (**2 boda**)
U horizontalnom smjeru ukupna sila na tijelo je nula:
$F - N = 0$ (**1 bod**)
b) Ako se tijelo spušta stalnom brzinom, u vertikalnom smjeru ukupna sila na tijelo je nula:
$F_{tr} - F_g = 0$ (**1 bod**)
Sila trenja jednaka je:
$F_{tr} = \mu N = \mu F$ (**1 bod**)
Uvrštavanjem slijedi:

$$F = \frac{mg}{\mu} = 36.8\,\text{N}$$ (**2 boda**)

c) Ako se tijelo spušta ubrzano, u vertikalnom smjeru ukupna sila na tijelo je:
$F_g - F_{tr} = ma$ (**1 bod**)
Uvrštavanjem izraza za silu trenja slijedi:

$$F = \frac{m(g - a)}{\mu} = 14.3\,\text{N}$$ (**2 boda**)

Zadatak 4 (10 bodova)



Označimo sa h visinu zgrade i sa l duljinu štapa. Za točno nacrtanu skicu dodijeliti **1 bod**, no ako je zadatak *u potpunosti točno* riješen bez skice, dodijeliti maksimalan broj bodova. Sa skice se vidi da štap prijeđe udaljenost $h/2-l$ u vremenu t_1 i udaljenost $h/2$ u vremenu t_2:

$\frac{h}{2}-l=\frac{1}{2}gt_1^2$ (**1 bod**)

$\frac{h}{2}=\frac{1}{2}gt_2^2$ (**1 bod**)

Također vrijedi:

$t_2-t_1=0.04\,\mathrm{s}$ (**1 bod**)

Rješavanjem sustava jednadžbi dobije se:

$$\frac{1}{2}gt_2^2-l=\frac{1}{2}gt_2^2-gt_2(0.04\,\mathrm{s})+\frac{1}{2}g(0.04\,\mathrm{s})^2 \quad\Rightarrow\quad t_2=\frac{l}{g(0.04\,\mathrm{s})}+\frac{(0.04\,\mathrm{s})}{2}=1.29\,\mathrm{s}$$

$h=gt_2^2=16.4\,\mathrm{m}$ (**4 boda**)

Put koji će štap prijeći prije nego što padne na tlo jednak je:

$$h-l=\frac{1}{2}gt_{pad}^2 \quad\Rightarrow\quad t_{pad}=\sqrt{\frac{2(h-l)}{g}}=1.8\,\mathrm{s}$$ (**2 boda**)

Zadatak 5 (8 bodova)

Ako zanemarimo utjecaj mora, za „sudar“ najmanje ribe i ribe srednje veličine vrijedi zakon očuvanja količine gibanja:

$m_1v_1-m_2v_2=(m_1+m_2)v'$ (**2 boda**)

Prema tome, brzina v' je:

$v'=\frac{m_1v_1-m_2v_2}{m_1+m_2}=-4.44\,\mathrm{m/s}$ (**1 bod**)

Riba srednje veličine neposredno nakon što proguta najmanju ribu giba se brzinom 4.44 m/s, smjer brzine je jednak smjeru njezina početne brzine (**1 bod**).

Ako zanemarimo utjecaj mora, za „sudar“ ribe srednje veličine i najveće ribe vrijedi zakon očuvanja količine gibanja:

$m_3v_3-(m_1+m_2)v'=(m_1+m_2+m_3)v''$ (**2 boda**)

Prema tome, brzina v'' je:

$v''=\frac{m_3v_3-(m_1+m_2)v'}{(m_1+m_2+m_3)}=14.2\,\mathrm{m/s}$ (**1 bod**)

Brzina najveće ribe neposredno nakon sudara je 14.2 m/s u istom smjeru kao i njezina početna brzina (**1 bod**).

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. 1. 2012.

Srednje škole – 2. skupina

1. zadatak (10 bodova)
Ako u staklenu šuplju kuglu vanjskog promjera 2 cm i mase 1 g stavimo 4 g žive, kugla će lebdjeti u tekućini nepoznate gustoće.

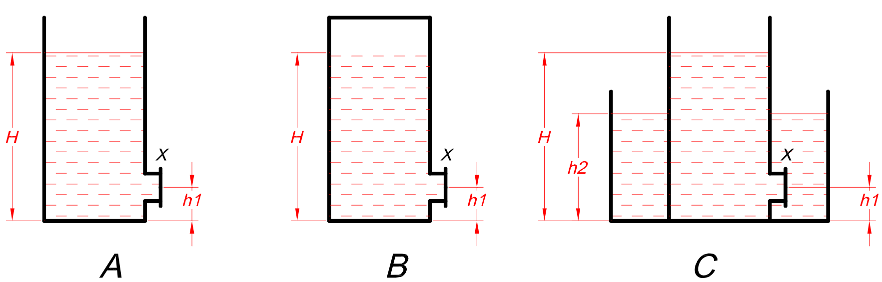
a) Izračunajte gustoću nepoznate tekućine
b) Koliko grama žive treba odliti iz kugle da bi kugla plivala u nepoznatoj tekućini tako da joj je četvrtina volumena iznad površine tekućine?

2. zadatak (11 bodova)
Kap kiše počinje padati s visine 300 m u odnosu na tlo. Kap pada jednoliko ubrzano akceleracijom 6 m/s^2. Na visini 50 m od tla kap se raspprši na šest malih kapljica koje nastavljaju padati stalnom brzinom prema tlu.

a) Za koliko je temperatura kapi u trenutku raspršivanja veća od početne temperature kapi na visini 300 m?
b) Za koliko se tijekom pada poveća temperatura svake nastale kapljice?

Specifični toplinski kapacitet vode je 4190 J/(kgK).

3. zadatak (11 bodova)
Na slikama su prikazane tri jednake posude u koje je ulivena voda. Sve posude imaju oblik kvadra čija je baza dimenzija 6 cm x 6 cm i u svima je razina vode početno jednaka i iznosi H. Posuda B je poklopljena i u prostoru između vode i poklopca je vakuum. Posuda A i C su otvorene. Posuda C je uronjena u vodu tako da je ventil X ispod razine vode. U svim se posudama ventil X nalazi na istoj visini h_1 i površina presjeka mu je 4 cm^2. Za svaku posudu izračunajte brzinu istjecanja vode u trenutku kada se ventil X otvori. Atmosferski tlak je 10^5 Pa, H = 10 cm, h_1 = 2 cm, h_2 = 8 cm, gustoća vode je 1000 kg/m^3.



4. zadatak (11 bodova)
U zatvorenoj, toplinski izoliranoj, posudi nalazi se plin ozon (O_3) na temperaturi 527°C. Nakon nekog vremena sav ozon prijeđe u kisik (O_2). Izračunajte koliko se puta poveća tlak u posudi ako se pri pretvorbi jednog mola ozona u kisik oslobodi 140 J topline.
Uzmite da je specifični toplinski kapacitet kisika 800 J/(kgK). Molarna masa ozona je 48 g/mol, a kisika 32 g/mol.

5. zadatak (7 bodova)
Pozitivno nabijena kuglica mase M i naboja Q visi na niti izolatora. Na udaljenosti D ispod kuglice stavimo drugu kuglicu. Obje kuglice su zanemarivih dimenzija. Koliki mora biti po veličini i predznaku naboj te kuglice da bi se napetost niti povećala 3 puta?

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. siječnja 2012.

Srednje škole – 2. skupina
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 (10 bodova)
R = 1 cm, M = 1 g, m = 4 g
a) Kugla lebdi, pa je ukupna težina kugle jednaka uzgonu:

$$(M+m)g = F_u$$ **(2 boda)**

$$F_u = Vg\rho = \frac{4}{3}R^3\pi g\rho$$ **(1 bod)**

Iz gornjih izraza za gustoću tekućine se dobije:

$$\rho = \frac{M+m}{\frac{4}{3}R^3\pi}$$ **(1 bod)**

$$\rho = 1.194\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 1194\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$$ **(1 bod)**

b) Da bi kugla plivala tako da joj jedna četvrtina volumena bude iznad tekućine, masa žive mora biti m'

$$(M+m')g = F_u$$ **(1 bod)**

$$F_u = \frac{3}{4}\left(\frac{4}{3}R^3\right)\pi g\rho$$ **(2 boda)**

Iz gornjih izraza dobije se da je masa žive:

$$m' = R^3\pi\rho - M = 2.75\mathrm{g}$$ **(1 bod)**

pa iz kugle treba odliti

$$\Delta m = m - m' = 1.25\mathrm{g}$$ **(1 bod)**

2. zadatak (11 bodova)
H = 300 m, h = 50 m, a = 6 m/s^2, g = 9.81 m/s^2, c = 4190 J/(kgK)
a) Prema zakonu očuvanja energije za kap kiše mase M vrijedi:

$$MgH = Mgh + \frac{Mv^2}{2} + Mc\Delta t$$ **(2 boda)**

Budući da kap pada jednoliko ubrzano, brzna kapi kiše na visini h je:

$$v^2 = 2a(H-h)$$ **(2 boda)**

Sređivanjem napisanih izraza dobiva se:

$$\Delta t = \frac{(g-a)(H-h)}{c}$$ **(2 boda)**

$$\Delta t = 0.227^\circ\mathrm{C}$$ **(1 bod)**

b) Budući da nastale kapljice padaju stalnom brzinom, prema zakonu očuvanja energije za svaku kapljicu mase m vrijedi:

$$mgh = mc\Delta t' \qquad \textbf{(2 boda)}$$

pa se svakoj kapljici tijekom padanja povisi temperatura za:

$$\Delta t = \frac{gh}{c} = 0.117^\circ\mathrm{C} \qquad \textbf{(2 boda)}$$

3. zadatak (11 bodova)

Primjenom Bernoullijevog teorema na gornju površinu vode (v_o, H) i otvor X (v, h_1) dobivamo:

Posuda A: $$p_{at} + (H-h_1)g\rho + \frac{\rho v_o^2}{2} = p_{at} + \frac{\rho v^2}{2} \qquad \textbf{(2 boda)}$$

Posuda C: $$p_{at} + (H-h_1)g\rho + \frac{\rho v_o^2}{2} = p_{at} + \frac{\rho v^2}{2} + (h_2 - h_1)g\rho \qquad \textbf{(2 boda)}$$

Uzevši u obzir da je protok vode stalan

$$S_o v_o = Sv$$

dobiva se:

Posuda A: $$v = \sqrt{\frac{2(H-h_1)g}{1-(\frac{S}{S_o})^2}} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

$$v = 1.261\mathrm{m/s} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Posuda C: $$v = \sqrt{\frac{2(H-h_2)g}{1-(\frac{S}{S_o})^2}} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

$$v = 0.630\mathrm{m/s} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

U posudi B voda neće istjecati jer je $(H-h_1)g\rho = 784.8\mathrm{Pa} < p_{at} = 10^5\,\mathrm{Pa}$. **(3 boda)**

(Ili: Bernoullijeva jednadžba primijenjena na posudu B, $(H-h_1)g\rho + \frac{\rho v_o^2}{2} = p_{at} + \frac{\rho v^2}{2}$, daje negativno rješenje za kvadrat brzine pa je zaključak da voda neće istjecati iz posude)

4. zadatak (11 bodova)

Indeks 1 odnosi se na ozon, indeks 2 na kisik, T_1 = 800 K, M_1 = 48 g/mol, M_2 = 32 g/mol, c_2 = 800 J/(kgK), Q_o = 140 J/mol, V je volumen posude, m je masa plina i ona se ne mijenja.

Vrijede jednadžbe stanja idealnog plina:

$$p_1 V = n_1 R T_1 \quad \text{i} \quad p_2 V = n_2 R T_2 \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Uzevši u obzir da vrijedi:

$$n_1 = \frac{m}{M_1} \ \text{i} \ n_2 = \frac{m}{M_2} \qquad \textbf{(1 bod)}$$

za omjer tlakova se dobiva:

(*) $$\frac{p_2}{p_1}=\frac{M_1T_2}{M_2T_1}$$ **(2 boda)**

Pri pretvorbi ozona u kisik oslobodila se toplina Q zbog čega se kisiku povećala temperatura i konačno iznosi T_2:

$$Q = mc_2\Delta T = mc_2(T_2 - T_1)$$ **(1 bod)**

$$= n_1 Q_o = \frac{m}{M_1}Q_o$$

Temperatura kisika je:

$$T_2 = T_1 + \frac{Q_o}{M_1 c_2} = 803.6\text{K}$$ **(3 boda)**

Na temelju relacije (*), dobiva se

$$\frac{p_2}{p_1}=\frac{M_1}{M_2}+\frac{Q_o}{M_2 c_2 T_1}$$ **(2 boda)**

$$=1.507$$

Dakle, tlak se poveća 1.507 puta. **(1 bod)**

5. zadatak (7 bodova)

Početno je nit napeta silom:

$$F_N = Mg$$ **(1 bod)**

Da bi se napetost niti povećala, kuglica koja se stavlja ispod obješene kuglice mora biti negativno nabijena. **(2 boda)**

Kada se ispod obješene stavi negativno nabijena kuglica napetost je:

$$F_N' = Mg + k\frac{Qq}{D^2}$$ **(1 bod)**

Budući da je zadano $F_N' = 3F_N$, iznos naboja postavljene kuglice je:

$$q=\frac{2MgD^2}{kQ}$$ **(3 boda)**

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. siječnja 2012.

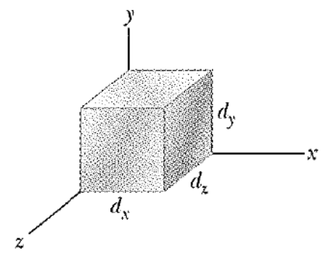
Srednje škole – 3. skupina

Zadatak 1. (10 bodova)

Teret mase 4 kg pričvršćen je za idealnu oprugu zanemarive mase i vertikalno oscilira jedostavnim harmonijskim titranjem. Amplituda je 0.05 m, i u najvišoj točki gibanja opruga ima svoju prirodnu duljinu. Izračunajte elastičnu potencijalnu energiju opruge (uzmite da je ona jednaka 0 za nerastegnutu oprugu), kinetičku energiju tereta i gravitacijsku potencijalnu energiju sustava u odnosu na najnižu točku gibanja, i zbroj ove tri energije u slučaju kada je teret (a) u najvišoj točki gibanja, (b) najnižoj i (c) u ravnotežnom položaju.

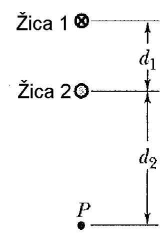
Zadatak 2. (10 bodova)

Na slici je prikazan metalni kvadar, čije plohe su paralelne s koordinatnim osima. Kvadar se nalazi u jednolikom magnetskom polju 0.02 T. Jedan od bridova dugačak je 25 cm (na slici kvadar NIJE nacrtan u mjerilu). Kvadar se zatim pomiče brzinom 3 m/s paralelno svakoj osi redom, i svaki put se mjeri razlika potencijala V koja se pojavljuje na kvadru. Kada je gibanje paralelno osi y, V = 12 mV; kada je gibanje paralelno osi z, V = 18 mV; kada je gibanje paralelno osi x, V = 0 V. Kolike su duljine bridova (a) d_x, (b) d_y i (c) d_z?



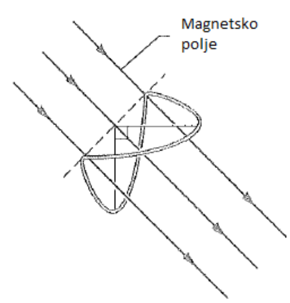
Zadatak 3. (10 bodova)

Na slici su prikazane dvije ravne žice koje su okomite na ravninu papira i međusobno udaljene d_1 = 0.75 cm. Žicom 1 teče struja 6.5 A, i smjer joj je unutar ravnine papira. Koliki su (a) jakost i (b) smjer (unutar ravnine papira ili iz nje) struje u žici 2 ukoliko je magnetsko polje koje ga proizvode dvije struje jednako 0 u točki P koja se nalazi na udaljenosti d_2= 1.5 cm od žice 2?



Zadatak 4. (10 bodova)

Na slici je prikazana zatvorena žičana petlja koja se sastoji od dva jednaka polukruga, polumjera 3.7 cm, koji leže u međusobno okomitim ravninama. Petlja je dobivena savijanjem ravne kružne petlje preko promjera dok dvije polovice nisu postale međusobno okomite. Jednoliko magnetsko polje 76 mT usmjereno je okomito na promjer gdje je petlja savinuta i zatvara jednake kutove (45°) s ravninama polukrugova. Magnetsko polje spušta se na nulu jednolikom brzinom u vremenu od 4.5 s. U tom vremenu, koliki su (a) jakost i (b) smjer (u smjeru kazaljke na sata ili suprotnom, gledano u smjeru magnetskog polja) elektromotorne sile inducirane u petlji?



Zadatak 5 (10 bodova)

U određenoj luci, morske mijene izazivaju promjenu visine površine oceana za d (od najviše do najniže razine) i to u obliku jednostavnog harmonijskog gibanja čiji period je 12.5 h. Koliko vremena je potrebno da bi se površina spustila za 0.25 d u odnosu na najvišu razinu?

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. siječnja 2012.
Srednje škole – 3. skupina
Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 1. (10 bodova)

$K = \frac{1}{2}mv^2, U_{grav} = mgy \text{ i } U_{el} = \frac{1}{2}kx^2.$

[2 boda]

U najnižoj točki gibanja, opruga je rastegnuta za $2A$. [2 boda]

(a) u najvišoj točki gibanja, opruga je nerastegnuta, znači da je njena potencijalna energija 0, teret se ne giba, znači da je i njegova kinetička energija 0, a gravitacijska potencijalna energija u odnosu na dno je:

$2mgA = 2(4\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)(0.05\text{ m}) = 3.92\text{ J}$. To je ukupna energija, i jednaka je u svakoj točki. [2 boda]

(b) $U_{grav} = 0, K = 0,$ pa je $U_{opruge} = 3.92\text{ J}.$

[2 boda]

(c) U ravnotežnom položaju opruga je rastegnuta dvostruko manje nego u (a) dijelu pa vrijedi:

$U_{opruga} = \frac{1}{4}(3.92\text{ J}) = 0.98\text{ J}, U_{grav} = \frac{1}{2}(3.92\text{ J}) = 1.96\text{ J},$ pa je očito $K = 0.98\text{ J}$.

[2 boda]

Zadatak 2. (10 bodova)

Očito je da je magnetsko polje usmjereno u smjeru osi x budući da se napon ne inducira u slučaju kada se kvadar giba u tom smjeru. [2 boda]

Vrijedi sljedeće:

$$d = \frac{V}{E} = \frac{V}{vB},$$

pri čemu treba voditi računa da su $\vec{d}, \vec{v}$ i $\vec{B}$ međusobno okomiti. [2 boda]

Tada je, u slučaju kada je brzina paralelna s osi y, apsolutna vrijednost napona (koji je „u istom smjeru“ kao i $\vec{d}$) jednak 0.012 V i proizlazi:

$$d = d_z = \frac{0.012\text{ V}}{(3\text{ m/s})\cdot(0.02\text{ T})} = 0.2\text{ m}.$$ [2 boda]

S druge strane, kada je brzina paralelna s osi z, apsolutna vrijednost napona je 0.018 V i tada je:

$$d = d_y = \frac{0.018\text{ V}}{(3\text{ m/s})\cdot(0.02\text{ T})} = 0.3\text{ m}.$$ [2 boda]

I na kraju, eliminacijom, jasno je da je $d_x = 25\text{ cm}$. [2 boda]

OPĆINSKO/GRADSKO (ILI ŠKOLSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 25. siječnja 2012.

Srednje škole – 3. skupina

Rješenja i smjernice za bodovanje

Zadatak 3. (10 bodova)

a) $B_{P_1} = \mu_0 i_1 / 2\pi r_1$, gdje je i_1 = 6.5 A i $r_1 = d_1 + d_2$ = 2.25 cm, [3 boda]

$B_{P_2} = \mu_0 i_2 / 2\pi r_2$, gdje je $r_2 = d_2$ = 1.5 cm. [3 boda]

Budući da je $B_{P_1} = B_{P_2}$ dobiva se

$$i_2 = i_1\left(\frac{r_2}{r_1}\right) = (6.5\,\text{A})\left(\frac{1.5\,\text{cm}}{2.25\,\text{cm}}\right) = 4.3\,\text{A}.$$

[2 boda]

b) Upotrebom pravila desne ruke, očito je da je struja i_2 usmjerena izvan ravnine papira.

[2 boda]

Zadatak 4. (10 bodova)

(a) magnetski tok Φ_B kroz petlju dan je s: $\Phi_B = 2B\left(\pi r^2/2\right)\left(\cos 45^\circ\right) = \pi r^2 B/\sqrt{2}.$

[4 boda]

Dakle:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -\frac{\Delta}{\Delta t}\left(\frac{\pi r^2 B}{\sqrt{2}}\right) = -\frac{\pi r^2}{\sqrt{2}}\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right) = 5.1\times 10^{-2}\ \text{V}.$$

[4 boda]

(b) smjer inducirane struje je u smjeru kazaljke na satu, kada gledan u smjeru magnetskog polja.

[2 boda]

Zadatak 5. (10 bodova)

Udaljenost od najviše do najniže razine oceana jednaka je dvostrukoj amplitudi x_m gibanja.

[2 boda]

Dakle $x_m = \frac{1}{2}d,\ \omega = 2\pi f = 0.503\ \text{rad/s}.$ [2 boda]

Faza je 0 budući da počinjemo mjeriti vrijeme u trenutku kada je površina na najvećoj visini.
Rješavamo po t kada je x na jednoj četvrtini ukupne udaljenosti od najviše do najniže razine, tj.
$x = \frac{1}{2}x_m = \frac{1}{4}d.$ [2 boda]

Jednadžba JHG: $x = x_m \cos(\omega t + \phi)$. [1 bod]

$$\frac{1}{4}d = \left(\frac{1}{2}d\right)\cos(0.503t + 0) \Rightarrow \frac{1}{2} = \cos(0.503t).$$

[2 boda]

Rješavanjem dobivamo t = 2.08 h. [1 bod]

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 25.01.2012.
Srednje škole - 4. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Spontanim raspadom jezgre ^{238}U nastaje alfa čestica kinetičke energije 4,2MeV. Alfa čestica je jezgra ^{4}He mase mirovanja $6{,}6\cdot10^{-27}$kg. Koliki je omjer kinetičke energije i energije mirovanja alfa čestice? Kolika je brzina alfa čestice? Za koliko postotaka se količina gibanja alfa čestice razlikuje od one kad bismo zanemarili relativističke efekte? $c=3\cdot10^{8}$ m/s, $e=1{,}6\cdot10^{-19}$ C .

Zadatak 2 (10 bodova)

Plankonveksna leća postavljena je na ravnu staklenu površinu i obasjana odozgo monokromatskom svjetlošću valne duljine 573nm okomito na površinu leće i ploče. Polumjer drugog nastalog svijetlog Newtonovog prstena u reflektiranoj svjetlosti je 4mm. Koliki je polumjer zakrivljenosti leće? Koliki postaje polumjer drugog svijetlog prstena kada prostor između leće i ploče ispuni voda indeksa loma 1,333? Indeks loma stakla je 1,6.

Zadatak 3 (10 bodova)

Snop svjetlosti valne duljine 502nm upada okomito na optičku rešetku. Neposredno iza rešetke nalazi se konvergentna leća koja na zaslonu udaljenom 1m od leće daje difrakcijsku sliku. Maksimumi prvog reda na zaslonu međusobno su udaljeni 15,8cm. Koliko pukotina po cm ima ova rešetka? Koliko ukupno maksimuma ima na zaslonu? Koja je uloga leće?

Zadatak 4 (10 bodova)

Učitelj matematike dao ti je dio izglačane sferne plohe i rekao neka joj izmjeriš polumjer zakrivljenosti. Dok je on mislio na geometriju, ti se dovineš odrediti polumjer koristeći fizikalni eksperiment. Oštru sliku dobiješ kada je udaljenost predmeta i slike 12cm, i tada je slika 2 puta veća od predmeta. Koliki je polumjer ovog konkavnog zrcala? Drugi dan je ponovno donio dio sferne plohe i rekao neka eksperiment uradiš u vodi. Opet si dobio udaljenost predmeta i slike 12cm i povećanje 2. Koliki je polumjer zakrivljenosti ove nove konkavne plohe? Indeks loma vode je 1,333.

Zadatak 5 (10 bodova)

Na vodikov atom nalijeće foton valne duljine 1573nm. Energija osnovnog stanja elektrona u vodikovu atomu je -13,6eV. Iz kojeg najnižeg stanja taj foton može izbaciti elektron iz vodikova atoma na veliku udaljenost, te koliku kinetičku energiju i brzinu taj elektron ima nakon izbacivanja? $e=1{,}6\cdot10^{-19}$C, $h=6{,}626\cdot10^{-34}$Js, $c=3\cdot10^{8}$m/s, $m_e=9{,}11\cdot10^{-31}$kg.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 25.01.2012.
RJEŠENJA - Srednje škole - 4. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)
Omjer kinetičke energije i mase mirovanja je K/mc^2=6,72·10^{-13}J/5,94·10^{-10}J=0,00113. **(2 b.)**

Kinetička energija čestice mase mirovanja *m* i brzine *v* jest $K = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - mc^2$. **(2 b.)**

Slijedi $v = c\sqrt{1 - \left(\frac{mc^2}{K+mc^2}\right)^2} = 0{,}0475c = 1{,}43 \cdot 10^7\text{m/s}$, **(3 b.)**

Relativistička količina gibanja je $p = \frac{mv}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = mv\frac{K+mc^2}{mc^2} = 1{,}00113mv$, što znači da je ona veća od nerelativističke za 0,113%. **(3 b.)**

Zadatak 2 (10 bodova)
Razlika optičkog puta dvije zrake u reflektiranoj svjetlosti je $\delta = 2h + \frac{\lambda}{2} = \frac{r_k^2}{R} + \frac{\lambda}{2}$, gdje je *h* visina između ploče i leće polumjera *R* na danoj udaljenosti r_k od središta, te je uključen skok u fazi zbog refleksije. **(2 b.)**

Za svijetli prsten $\delta = k\lambda$, pa je $r_k = \sqrt{R\lambda(k - \frac{1}{2})}$. **(2 b.)**

Iz zadanog polumjera drugog svijetlog prstena slijedi $R = \frac{2r_2^2}{3\lambda} = 18{,}6\text{m}$. **(2 b.)**

U slučaju vode između leće i ploče razlika optičkog puta je 2*nh* umjesto 2*h* pa slijedi $r'_k = \sqrt{\frac{R\lambda}{n}(k - \frac{1}{2})}$, što znači da je $r'_k = \frac{1}{\sqrt{n}}r_k = 3{,}465\text{mm}$. **(4 b.)**

Zadatak 3 (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, dok možemo uzeti $\sin\theta=l/L$, gdje je *l* udaljenost maksimuma od središnjeg (nultog), a *L* udaljenost zaslona od rešetke/leće. **(3 b.)**
Zadano je $2l$=15,8cm, pa je $d=\lambda L/l$=6,354μm. Po 1cm ima 1574 pukotine. **(3 b.)**
Najviši red difrakcije je $k_{\max}=d/\lambda$=12, pa ima ukupno 25 maksimuma. **(2 b.)**
Leća omogućuje da se zrakama preklope putanje kako bi mogle interferirati (ako bi bile paralelne, pitanje je gdje bi se susrele i dale interferencijsku sliku). **(2 b.)**

Zadatak 4 (10 bodova)
Za konkavno zrcalo je $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}$, gdje su predmet na udaljenosti *a* od tjemena i slika na udaljenosti *b* od tjemena međusobno udaljeni b-a=12cm, uz b/a=2 zbog dvostrukog povećanja. **(5 b.)**
Rezultat je R=16cm. **(3 b.)**
Budući da se događa samo refleksija, indeks loma ne ulazi u jednadžbe, pa je rješenje neovisno o mediju, te se dobiva ista vrijednost polumjera za zadane podatke. **(2 b.)**

Zadatak 5 (10 bodova)
Zakon očuvanja energije za apsorpciju fotona energije $h\nu$ u vodikovu atomu stanja *n* i izbacivanje elektrona u slobodno stanje kinetičke energije *K* je $h\nu+E_n=K$, gdje je E_n=-13,6eV/n^2. **(2 b.)**
Granični *n* dobije se za *K*=0 pa iz hc/λ=13.6eV/n^2 slijedi *n*=4,14. Najniže stanje iz kojeg je moguće izbaciti elektron je stoga *n*=5. **(4 b.)**
Kinetička energija elektrona izbačena iz tog stanja je $K=hc/\lambda+E_5$=3,93·10^{-20}J, pa je brzina v=2,94·10^{5}m/s. **(4 b.)**