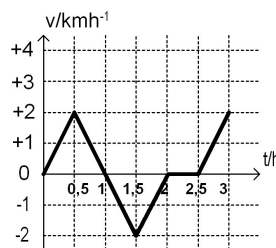


Općinsko natjecanje iz fizike 2003./2004.

1. skupina

1. a) Nactraj graf ovisnosti akceleracije o vremenu (a-t graf). b) Nactraj graf ovisnosti puta o vremenu (s-t graf). c) Nactraj graf ovisnosti pomaka o vremenu (x-t graf). d) Izračunaj srednju brzinu po putu. e) Izračunaj srednju brzinu po pomaku.

(11 bodova)



2. Osoba na kamionetu ispuca loptu vertikalno u vis brzinom $v_l = 10\text{ms}^{-1}$ u odnosu na kamionet.

Kamionet se giba brzinom $v_k = 10\text{ms}^{-1}$.

$[g = 10\text{ms}^{-2}]$



a) Pod kojim se kutem giba lopta u trenutku izbacivanja u odnosu na tlo? b) Koliku brzinu ima lopta u odnosu na tlo u trenutku izbacivanja? c) U kojoj će se točki u odnosu na točku izbacivanja $T_0(0,0)$, nalaziti lopta 1 sekundu nakon izbacivanja?

d) Kolika je u tom trenutku brzina lopte? e) Kako izgleda staza za promatrača na tlu ?

f) Kako izgleda staza za osobu na kamionetu i hoće li osoba na kamionetu uhvatiti loptu ? Zanimariti otpor zraka! (9 bodova)

3. Tijelo se, iz stanja mirovanja, kličući spušta s vrha kosine nagiba 30° .

a) Koliki je dinamički faktor trenja, ako je brzina na dnu kosine, uz prisutno trenje na kosini, dvostruko manja od brzine koju tijelo ima na dnu kosine kličući se bez trenja.

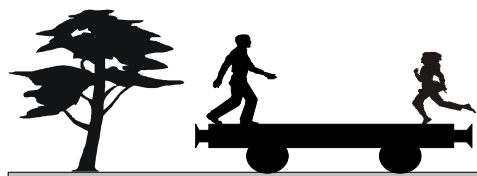
b) Koliki put tijelo prijeđe do zaustavljanja na horizontalnoj podlozi uz prisutno trenje s istim dinamičkim koeficijentom trenja kao na kosini dužine $s=10\text{ m}$? $[g=10\text{ms}^{-2}]$ (10 bodova)

4. Na krajevima platforme mase 460 kg duge 12 m stoje muškarac mase 90 kg i žena mase 50 kg.

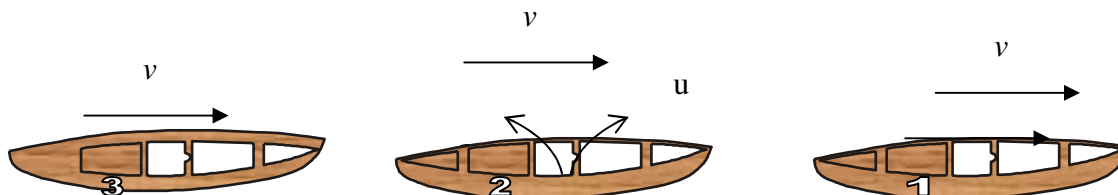
a) Za koliko se pomake platforma ako muškarac i žena istovremeno zamjene mjesta ? Zanimariti gubitke zbog trenja.

b) U kojem smjeru u odnosu na drvo?

(10 bodova)



5. Površinom jezera gibaju se tri čamca jednakih masa $M = 100\text{ kg}$ jedan za drugim jednoliko pravocrtno brzinama $v = 30\text{ kmh}^{-1}$. U srednjem čamcu su dva jednaka utega masa $m=5\text{ kg}$. Iz srednjeg čamca se istovremeno bace utezi i to jedan uteg u prednji, a drugi uteg u stražnji čamac, relativnim brzinama $u = 10\text{ ms}^{-1}$ u odnosu na čamce .



a) Odredite brzine čamaca poslije prebacivanja utega?

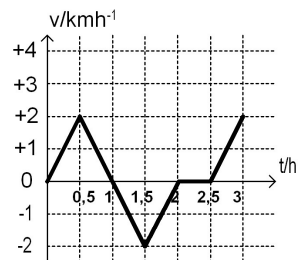
b) Na primjeru tri čamca i dva utega provjeri valjanost zakona očuvanja količine gibanja prije i poslije prebacivanja utega. (10 bodova)

Općinsko natjecanje iz fizike 2003./2004.

1. skupina

RJEŠENJA

1. a) Nactraj graf ovisnosti akceleracije o vremenu (a-t graf). b) Nactraj graf ovisnosti puta o vremenu (s-t graf). c) Nactraj graf ovisnosti pomaka o vremenu (x-t graf). d) Izračunaj srednju brzinu po putu. e) Izračunaj srednju brzinu po pomaku.



RJEŠENJE:

a) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$$a_1 = \frac{2}{0,5} = 4ms^{-2}$$

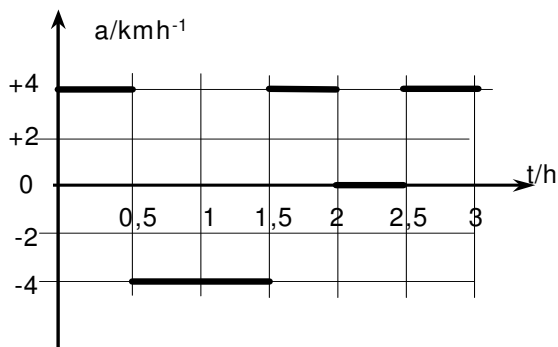
$$a_2 = \frac{-2-2}{1} = -4ms^{-2}$$

$$a_3 = \frac{0+2}{0,5} = 4ms^{-2}$$

$$a_4 = 0ms^{-2}$$

$$a_5 = \frac{2}{0,5} = 4ms^{-2}$$

2b



1b

b) $s = \frac{|\Delta v| \cdot \Delta t}{2}$

$$s_1 = \frac{0,5 \cdot 2}{2} = 0,5km$$

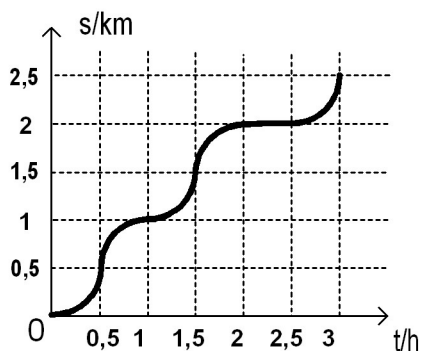
$$s_2 = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 2}{2} = 1km$$

$$s_3 = \frac{0,5 \cdot 2}{2} = 0,5km$$

$$s_4 = \frac{0,5 \cdot 0}{2} = 0km$$

$$s_5 = \frac{0,5 \cdot 2}{2} = 0,5km$$

2b



1b

c) $x = \frac{\Delta v \cdot \Delta t}{2}$

$$x_1 = \frac{0,5 \cdot 2}{2} = 0,5 \text{ km}$$

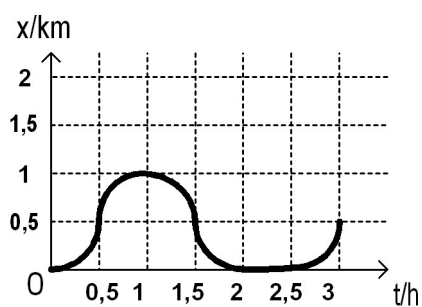
$$x_2 = \frac{0,5 \cdot 2}{2} - \frac{0,5 \cdot 2}{2} = 0 \text{ km}$$

$$x_3 = -\frac{0,5 \cdot 2}{2} = -0,5 \text{ km}$$

$$x_4 = \frac{0,5 \cdot 0}{2} = 0 \text{ km}$$

$$x_5 = \frac{0,5 \cdot 2}{2} = 0,5 \text{ km}$$

2b



1b

d) $s = 2,5 \text{ km}$ $t = 3 \text{ h}$

$$\bar{v}_s = \frac{2,5 \text{ km}}{3 \text{ h}} = 0,83 \text{ kmh}^{-1}$$

1b

e) $x = 0,5 \text{ km}$ $t = 3 \text{ h}$

$$v_x = \frac{0,5}{3} \text{ kmh}^{-1} = 0,167 \text{ kmh}^{-1}$$

1b

ukupno 11 bodova

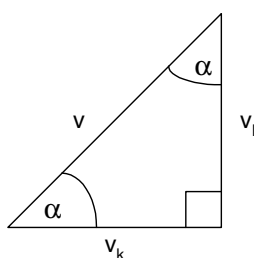
2. Osoba na kamionetu ispuca loptu vertikalno u vis brzinom $v_l = 10\text{ms}^{-1}$ u odnosu na kamionet.

Kamionet se giba brzinom $v_k = 10\text{ms}^{-1}$. [$g = 10\text{ms}^{-2}$]



- Pod kojim se kutem giba lopta u trenutku izbacivanja u odnosu na tlo?
- Koliku brzinu ima lopta u odnosu na tlo u trenutku izbacivanja?
- U kojoj će se točki u odnosu na točku izbacivanja $T_0(0,0)$, nalaziti lopta 1 sekundu nakon izbacivanja?
- Kolika je u tom trenutku brzina lopte?
- Kako izgleda staza za promatrača na tlu ?
- Kako izgleda staza za osobu na kamionetu i hoće li osoba na kamionetu uhvatiti loptu ? Zanimariti otpor zraka!

RJEŠENJE:



a) $v_l = v_k \Rightarrow \alpha = 45^\circ$ **1b**

b) $v = \sqrt{v_k^2 + v_l^2} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}\text{ms}^{-1}$
2b

c) $t = 1\text{s}$
 $x = v_k \cdot t = 10\text{m}$

$$y = v_l \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} = 10t - 5t^2 = 5\text{m}$$

$T(x,y) \rightarrow T(10\text{m}, 5\text{m})$ **2b**

d) $t = 1\text{s}$
 $v_x = v_k = 10\text{ms}^{-1}$

$$v_y = v_l - g \cdot t = 10 - 10 = 0\text{ms}^{-1}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 10\text{ms}^{-1}$$
 2b

e) parabola / kosi hitac **1b**

f) pravac, hoće **1b**

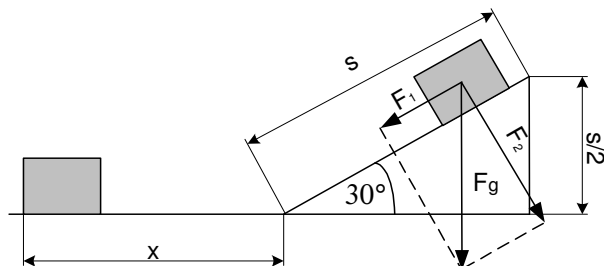
ukupno 9 bodova

3. Tijelo se, iz stanja mirovanja, klizajući spušta s vrha kosine nagiba 30° .

a) Koliki je dinamički faktor trenja, ako je brzina na dnu kosine, uz prisutno trenje na kosini, dvostruko manja od brzine koju tijelo ima na dnu kosine klizajući se bez trenja.

b) Koliki put tijelo prijeđe do zaustavljanja na horizontalnoj podlozi uz prisutno trenje s istim dinamičkim koeficijentom trenja kao na kosini dužine $s=10\text{ m}$? [$g=10\text{ms}^{-2}$]

RJEŠENJE:



$$\text{a) } F_1 = \frac{mg}{2}$$

$$F_2 = \frac{m \cdot g \cdot \sqrt{3}}{2}$$

$$a_1 = \frac{F_1}{m} = \frac{m \cdot g}{2m} = \frac{g}{2}$$

$$v_1^2 = 2 \cdot a_1 \cdot s = 2 \cdot \frac{g}{2} \cdot s = g \cdot s$$

$$v_1 = \sqrt{g \cdot s}$$

2b

$$a_2 = \frac{F_1 - \mu \cdot F_2}{m} = \frac{\frac{m \cdot g}{2} - \mu \cdot \frac{m \cdot g \sqrt{3}}{2}}{m} = \frac{g - \mu \cdot g \cdot \sqrt{3}}{2}$$

2b

$$v_2^2 = 2 \cdot a_2 \cdot s = 2 \cdot \left[\frac{g}{2} - \frac{\mu \cdot g \cdot \sqrt{3}}{2} \right] \cdot s = [1 - \mu \sqrt{3}] \cdot g \cdot s$$

$$2v_2 = v_1 \Rightarrow 4v_2^2 = v_1^2$$

$$4 \cdot [1 - \mu \cdot \sqrt{3}] g \cdot s = g \cdot s$$

$$4 - 4\mu \cdot \sqrt{3} = 1$$

$$\frac{3}{4 \cdot \sqrt{3}} = \mu = 0,43$$

3b

b) $s = 10\text{ m}$

$$v_1 = \sqrt{g \cdot s} = 10\text{ms}^{-1}$$

$$v_2 = \frac{v_1}{2} = 5\text{ms}^{-1}$$

$$v_2^2 = 2 \cdot a_3 \cdot x \Rightarrow x = \frac{v_2^2}{2 \cdot a_3}$$

$$a_3 = \mu \cdot g = 0,43 \cdot 10 = 4,3 \text{ms}^{-2}$$

$$x = \frac{25}{2 \cdot 4,3} = 2,91 \text{m}$$

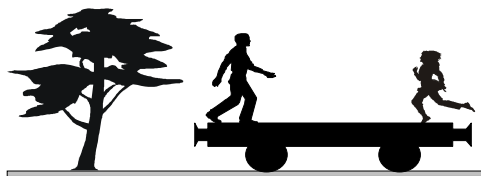
3b

ukupno 10 bodova

4. Na krajevima platforme mase 460 kg duge 12 m stoje muškarac mase 90 kg i žena mase 50 kg.

a) Za koliko se pomake platforma ako muškarac i žena istovremeno zamjene mjesta? Zanimariti gubitke zbog trenja.

b) U kojem smjeru u odnosu na drvo?



RJEŠENJE:

a) $m_1 = 90 \text{ kg}$ $m_2 = 50 \text{ kg}$ $M = 460 \text{ kg}$

l - duljina platforme

x - pomak platforme

Ukupna količina gibanja u odnosu na tlo je 0.

1b

$$v_1 = \frac{l}{t} \quad \text{Brzina muškarca u odnosu na platformu}$$

1b

$$v_2 = \frac{-l}{t} \quad \text{Brzina žene u odnosu na platformu}$$

1b

$$v = \frac{x}{t} \quad \text{Brzina platforme u odnosu na tlo}$$

1b

$$0 = m_1(v_1 + v) + m_2(v + v_2) + M \cdot v$$

$$m_1 v_1 + m_1 v + m_2 v + m_2 v_2 + M \cdot v$$

2b

$$0 = m_1 \frac{l}{t} + m_1 \frac{x}{t} + m_2 \frac{x}{t} - m_2 \frac{l}{t} + M \frac{x}{t} \quad / \cdot t$$

$$0 = 90 \cdot 12 + 90 \cdot x + 50 \cdot x - 50 \cdot 12 + 460x$$

$$0 = 40 \cdot 12 + 600x$$

$$x = -\frac{40 \cdot 12}{600} = -0,8 \text{m}$$

2b

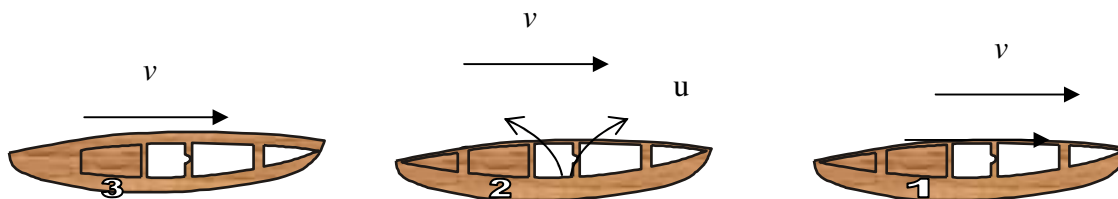
b) prema drvetu

2b

ukupno 10 bodova

5. Površinom jezera gibaju se tri čamca jednakih masa $M = 100 \text{ kg}$ jedan za drugim jednoliko pravocrtno brzinama $v = 30 \text{ kmh}^{-1}$. U srednjem čamcu su dva jednaka utega masa $m = 5 \text{ kg}$. Iz

srednjeg čamca se istovremeno bace utezi i to jedan uteg u prednji, a drugi uteg u stražnji čamac, relativnim brzinama $u = 10 \text{ ms}^{-1}$ u odnosu na čamce .



- a) Odredite brzine čamaca poslije prebacivanja utega?
 b) Na primjeru tri čamca i dva utega provjeri valjanost zakona očuvanja količine gibanja prije i poslije prebacivanja utega.

RJEŠENJE:

- a) $M = 100 \text{ kg}$
 $m = 5 \text{ kg}$
 $v = 30 \text{ kmh}^{-1} = 8.33 \text{ ms}^{-1}$
 $u = 10 \text{ ms}^{-1}$
 $v_1, v_2, v_3 = ?$

ČAMAC 1

$$Mv + m(v + u) = (M + m) \cdot v_1$$

$$v_1 = \frac{Mv + m(v + u)}{M + m}$$

$$v_1 = \frac{100 \cdot 8,33 + 5 \cdot (10 + 8,33)}{105}$$

$$v_1 = 8,81 \text{ ms}^{-1}$$

3b

ČAMAC 2

$$(M + 2m) \cdot v = Mv_2 + m(u + v) + m(v - u)$$

$$Mv + 2mv = Mv_2 + mu + mv - mu + mv$$

$$Mv = Mv_2$$

$$v_2 = v = 8,33 \text{ ms}^{-1}$$

2b

Čamac 2 nije promijenio brzinu

ČAMAC 3

$$Mv + m(v - u) = (M + m)v_3$$

$$v_3 = \frac{Mv + m(v - u)}{M + m} = \frac{100 \cdot 8,33 + 5(8,33 - 10)}{105}$$

2b

$$v_3 = 7,85 \text{ ms}^{-1}$$

b) Prije prebacivanja:

$$p = Mv + (M + 2m)v + Mv = 2582,3 \text{kgms}^{-1}$$

Poslije prebacivanja:

$$(M + m) \cdot v_1 + Mv_2 + (M + m) \cdot v_3 = 2582,3 \text{kgms}^{-1} \quad \mathbf{3b}$$

ukupno 10 bodova

Općinsko natjecanje iz fizike 2003./2004.

2. skupina

1. Drvena splav je usidrena na sredini jezera. Splav je duga $a = 4$ m, široka $b = 3$ m i visoka $h = 1,5$ m. Odredi visinu splavi iznad površine vode. Za koliko se ta visina promijeni, ako se na splav ukrca 12 osoba prosječne mase $m = 80$ kg?

[gustoća vode $\rho_v = 1000 \text{ kgm}^{-3}$, gustoća drva $\rho_s = 600 \text{ kgm}^{-3}$]

(10 bodova)

2. U posudi volumena 10 cm^3 pri tlaku od jednog bara ima $8 \cdot 10^{20}$ molekula vodika. Kolika je temperatura i srednja kvadratna brzina molekula tog plina? Za koliko treba povećati tlak tog plina da bi se srednja kvadratna brzina udvostručila?

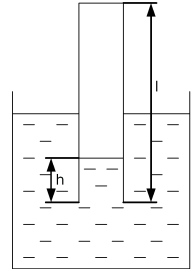
[relativna molekulska masa vodika $M_r(\text{H}_2) = 2$, unificirana jedinica atomske mase $u = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, Boltzmanova konstanta $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$]

(10 bodova)

3. Kada se staklena cijev duljine $l = 1$ m, zatvorena na jednom kraju, vertikalno uroni u posudu sa živom pri temperaturi $20 \text{ }^\circ\text{C}$, stupac žive koja uđe u cijev ima visinu $h = 2$ cm. Odredi najmanju promjenu temperature zraka u staklenoj cijevi potrebnu da živa u potpunosti izađe iz te cijevi. Atmosferski tlak iznosi 1005 mbara.

[gustoća žive $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kgm}^{-3}$, $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$]

(10 bodova)



4. Čelična kugla mase $m_k = 14$ g giba se horizontalno brzinom $v_k = 550 \text{ ms}^{-1}$, te se neelastično sudari s olovnim tijelom mase $m_t = 11$ kg koje miruje na horizontalnoj podlozi, nakon čega oba tijela nastavljaju gibanje zajedno. Temperatura kugle prije sudara je $t_k = 65 \text{ }^\circ\text{C}$, a tijela $t_t = 12 \text{ }^\circ\text{C}$. Kolika će biti zajednička temperatura kugle i tijela nakon sudara?

[specifični toplinski kapaciteti : kugle $c_k = 540 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, tijela $c_t = 140 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$]

(10 bodova)

5. Hladnjak radi po obrnutom Carnotovom procesu. U hladnjaku je smjesa leda i vode pri $0 \text{ }^\circ\text{C}$, a u grijaču smjesa vode i vodene pare pri $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Koliko vode treba zamrznuti u hladnjaku, da bi u grijaču isparilo $0,5$ kg vode? Koliki je rad pri tom uložen?

[latentne topline: taljenja leda $L_t = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Jkg}^{-1}$, isparavanja vode $L_i = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Jkg}^{-1}$]

(10 bodova)

Općinsko natjecanje iz fizike 2003./2004.

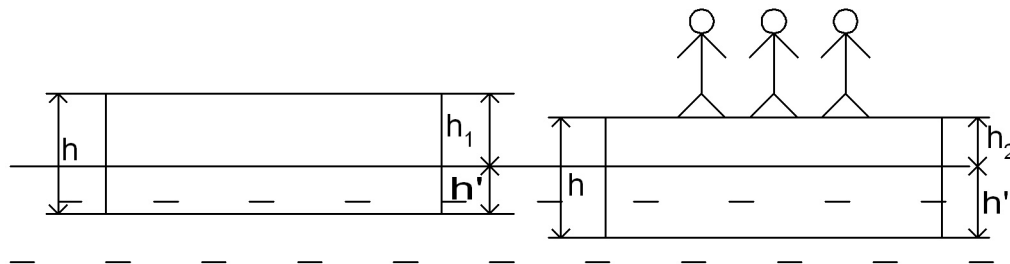
2. skupina

RJEŠENJA

1. Drvena splav je usidrena na sredini jezera. Splav je duga $a = 4$ m, široka $b = 3$ m i visoka $h = 1,5$ m. Odredi visinu splavi iznad površine vode. Za koliko se ta visina promijeni, ako se na splav ukrca 12 osoba prosječne mase $m = 80$ kg?

[gustoća vode $\rho_v = 1000 \text{ kgm}^{-3}$, gustoća drva $\rho_s = 600 \text{ kgm}^{-3}$]

RJEŠENJE:



2b

Volumen splavi: $V = a \cdot b \cdot h = 18 \text{ m}^3$

Volumen istisnute vode: $V' = a \cdot b \cdot h' = 12 \text{ h}'$

2b

Arhimedov zakon: $F_u = F_{gv}$

Zakon plivanja: $F_u = F_{gs}$

Splav bez ljudi: $F_{gv} = F_{gs}$

$$m_v \cdot g = m_s \cdot g$$

$$\rho_v \cdot V_v = \rho_d \cdot V_s$$

$$\rho_v \cdot a \cdot b \cdot h' = \rho_d \cdot a \cdot b \cdot h \Rightarrow h' = \frac{\rho_d \cdot h}{\rho_v} = 0,9 \text{ m}$$

2b

$$h_1 = h - h' = 1,5 \text{ m} - 0,9 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$$

1b

Splav s ljudima: $F_{gv}' = F_{gs} + F_{glj}$

$$\rho_v \cdot a \cdot b \cdot h'' = \rho_d \cdot a \cdot b \cdot h + 12 \text{ m}$$

$$h'' = 0,98 \text{ m}$$

2b

$$\Delta h = h'' - h' = 0,08 \text{ m}$$

1b

ukupno 10 bodova

2. U posudi volumena 10 cm^3 pri tlaku od jednog bara ima $8 \cdot 10^{20}$ molekula vodika. Kolika je temperatura i srednja kvadratna brzina molekula tog plina? Za koliko treba povećati tlak tog plina da bi se srednja kvadratna brzina udvostručila?
 [relativna molekulska masa vodika $M_r(H_2) = 2$, unificirana jedinica atomske mase $u = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, Boltzmanova konstanta $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$]

RJEŠENJE:

$$V = 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$p_1 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$T = \frac{pV}{Nk} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 10^{-5} \text{ m}^3}{8 \cdot 10^{20} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}} = 90,5 \text{ K}$$

2b

$$N = 8 \cdot 10^{20}$$

$$\sqrt{v_1^2} = v_{1ef}$$

$m_1 \Rightarrow$ masa molekule H_2

$$\sqrt{v_2^2} = v_{2ef}$$

$$\frac{3 \cdot k \cdot T}{2} = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2}$$

$$\underline{v_{2ef} = 2v_{1ef}}$$

T = ?

$$\sqrt{v_1^2} = v_{1ef} = \sqrt{\frac{3k \cdot T}{m_1}} = \sqrt{\frac{3k \cdot T}{M_r \cdot u}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}}{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}}$$

$\bar{v}_1 = ?$

$\Delta p = ?$

$$v_{1ef} = 111,3 \text{ ms}^{-1}$$

3b

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\frac{Nm \cdot v_{1ef}^2}{3V}}{\frac{Nm \cdot v_{2ef}^2}{3V}}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_{1ef}^2}{v_{2ef}^2} = \frac{1}{4}$$

$$p_2 = 4p_1$$

3b

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 3p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

2b

ukupno 10 bodova

3. Kada se staklena cijev duljine $l = 1$ m, zatvorena na jednom kraju, vertikalno uroni u posudu sa živom pri temperaturi $20\text{ }^\circ\text{C}$, stupac žive koja uđe u cijev ima visinu $h = 2$ cm. Odredi najmanju promjenu temperature zraka u staklenoj cijevi potrebnu da živa u potpunosti izađe iz te cijevi. Atmosferski tlak iznosi 1005 mbara. [gustoća žive $\rho_{\text{Hg}} = 13600\text{ kgm}^{-3}$, $g = 9,81\text{ ms}^{-2}$]

RJEŠENJE:

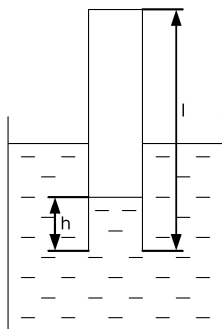
Atmosferski tlak $p_0 = 1005\text{ mbara} = 1,005 \cdot 10^5\text{ Pa}$

Duljina staklene cijevi $l = 1\text{ m}$

Visina stupca žive u cijevi $h = 2\text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2}\text{ m}$

Površina presjeka cijevi A

Prije zagrijavanja zraka u staklenoj cijevi:



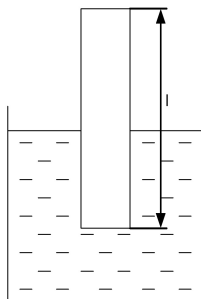
$$p_1 = p_0 + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h$$

zraka u cijevi

$$V_1 = (l - h) \cdot A$$

2b

Poslije zagrijavanja zraka u staklenoj cijevi:



$$p_2 = p_1 + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h = p_0 + 2 \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h$$

zraka u cijevi

$$V_2 = A \cdot l$$

2b

Iz jednačbe stanja plina:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

1b

Slijedi:

$$\frac{(p_0 + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h) \cdot A \cdot (l - h)}{T_1} = \frac{(p_0 + 2 \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h) \cdot A \cdot l}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{(p_0 + 2 \cdot \rho_{Hg} \cdot g \cdot h) \cdot l \cdot T_1}{(p_0 + \rho_{Hg} \cdot g \cdot h) \cdot (l - h)} \quad 1b$$

$$T_2 = 306,87 K$$

$$t_2 = 33,72^\circ C \quad 1b$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 13,72 K$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 13,72^\circ C \quad 1b$$

ukupno 10 bodova

4. Čelična kugla mase $m_k = 14 \text{ g}$ giba se horizontalno brzinom $v_k = 550 \text{ ms}^{-1}$, te se neelastično sudari s olovnim tijelom mase $m_t = 11 \text{ kg}$ koje miruje na horizontalnoj podlozi, nakon čega oba tijela nastavljaju gibanje zajedno. Temperatura kugle prije sudara je $t_k = 65 \text{ }^\circ\text{C}$, a tijela $t_t = 12 \text{ }^\circ\text{C}$. Kolika će biti zajednička temperatura kugle i tijela nakon sudara?
 [specifični toplinski kapaciteti : kugle $c_k = 540 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, tijela $c_t = 140 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$]

RJEŠENJE:

Vrijedi zakon očuvanja količine gibanja

$$m_k \cdot v_k = (m_k + m_t) \cdot v$$

$$v = \frac{m_k \cdot v_k}{m_k + m_t} \quad 1b$$

$m_k \Rightarrow$ masa kugle

$v_k = 550 \text{ ms}^{-1}$, $v_k \Rightarrow$ brzina kugle prije sudara

$v_t = 0 \text{ ms}^{-1}$, $m_t \Rightarrow$ masa tijela

$v_t \Rightarrow$ brzina tijela prije sudara

$v \Rightarrow$ zajednička brzina nakon sudara

Kinetička energija kugle prije sudara

$$E_{k1} = \frac{m_k \cdot v_k^2}{2}$$

Kinetička energija kugle i tijela nakon sudara

$$E_{k2} = \frac{(m_k + m_t)v^2}{2} = \frac{(m_k + m_t)m_k^2 \cdot v_k^2}{2(m_k + m_t)^2} = \frac{m_k^2 \cdot v_k^2}{2(m_k + m_t)} \quad 2b$$

Razlika kinetičkih energija prije i poslije sudara utroši se na povećanje unutrašnje energije kugle i tijela.

$$\Delta E = E_{k2} - E_{k1} = \frac{m_k^2 \cdot v_k^2}{2(m_k + m_t)} - \frac{m_k \cdot v_k^2}{2} = -\frac{m_t \cdot m_k \cdot v_k^2}{2(m_k + m_t)} \quad 3b$$

$$\Delta E = -2114,8 \text{ J} \quad 1b$$

$$\Delta E = m_k \cdot c_k (t_k - \tau) + m_t \cdot c_t (t_t - \tau)$$

$$\tau = \frac{-\Delta E + m_k \cdot c_k \cdot t_k + m_t \cdot c_t \cdot t_t}{m_k \cdot c_k + m_t \cdot c_t}$$

$$\tau = 13,62 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_\tau = 286,78 \text{ K} \quad 3b$$

ukupno 10 bodova

5. Hladnjak radi po obrnutom Carnotovom procesu. U hladnjaku je smjesa leda i vode pri $0 \text{ }^\circ\text{C}$, a u grijaču smjesa vode i vodene pare pri $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Koliko vode treba zamrznuti u hladnjaku, da bi u grijaču isparilo $0,5 \text{ kg}$ vode? Koliki je rad pri tom uložen?

[latentne topline: taljenja leda $L_t = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Jkg}^{-1}$, isparavanja vode $L_i = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Jkg}^{-1}$]

RJEŠENJE:

masa pare $\Rightarrow m_p = 0,5\text{kg}$

masa leda $\Rightarrow m_L$

$$\varepsilon = \frac{T_n}{T_v - T_N} \quad 2b$$

$$\varepsilon = \frac{273\text{K}}{373\text{K} - 273\text{K}}$$

$$\varepsilon = 2,73 \quad 2b$$

$$\varepsilon = \frac{Q_N}{W} = \frac{m_L \cdot L_t}{m_p \cdot L_i - m_L \cdot L_t} \quad 1b$$

$$m_L = \frac{\varepsilon \cdot m_p \cdot L_i}{L_t(1 + \varepsilon)} \quad 1b$$

$$m_L = \frac{2,73 \cdot 0,5\text{kg} \cdot 2,3 \cdot 10^6 \text{Jkg}^{-1}}{3,3 \cdot 10^5 \text{Jkg}^{-1} \cdot 3,73} = 2,55\text{kg} \quad 2b$$

$$W = \frac{Q_N}{\varepsilon} = \frac{m_L \cdot L_t}{\varepsilon} = 308,2 \text{ J} \quad 2b$$

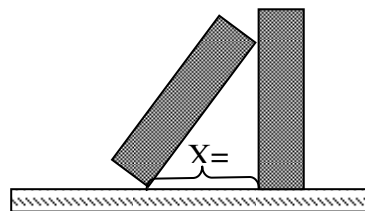
ukupno 10 bodova

Općinsko natjecanje iz fizike 2003./2004.

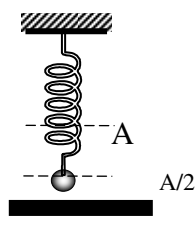
3. skupina

1. Strujni krug koji se sastoji od otpornika, zavojnice i kondenzatora u serijskom nizu priključenih na generator izmjeničnog napona promjenljive frekvencije. Kada je frekvencija generatora 6 kHz krug je u rezonanciji, a pri frekvenciji 8kHz impedancija je $1\text{ k}\Omega$ uz fazni pomak od 45° . Koliko iznose omski, kapacitivni i induktivni otpori ? (10 bodova)

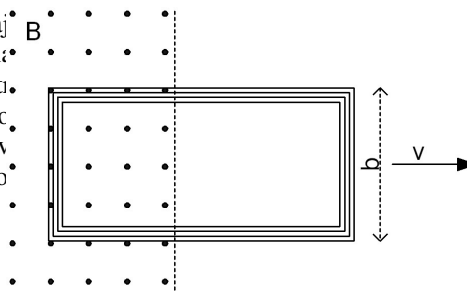
2. Domino pločice su poznata zabava mnogih. Uzmimo da su pločice visine $h=4\text{ cm}$, širine $s=2\text{ cm}$ i debljine $d=1\text{ cm}$. Želimo na jednu uspravnu pločicu nasloniti drugu, ali tako da sustav ostane u stanju ravnoteže. Pretpostavimo da je faktor trenja dovoljno velik da ne dolazi do klizanja između pločica i podloge. Na koji najveći razmak X možemo postaviti pločice, da nakon naslanjanja jedne pločice na drugu ne dođe do rušenja pločica ? Pretpostavi da su pločice homogene. (10 bodova)



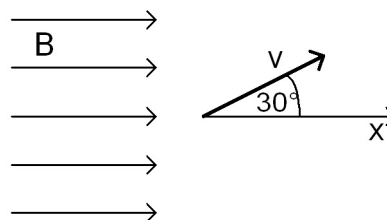
3. Kuglica mase m pričvršćena na oprugu, konstante elastičnosti k , harmonički titra amplitudom A . Na udaljenosti $A/2$ od položaja ravnoteže postavi se masivna pregrada od koje se kuglica savršeno elastično odbija. Odredite period titranja kuglice. Riješite zadatak za kuglicu mase 40 grama i konstante elastičnosti 16 Nm^{-1} . (10 bodova)



4. Zavojnica s N namotaja i međusobno spojenim krajnima nalazi se u homogenom magnetskom polju kao na slici. Otpor zavojnice je R . Kolika je inducirana struja zavojnici ako se ona pomiče na desno brzinom v . Kolikom silom i u kojem smjeru moramo djelovati na zavojnicu da se ona giba konstantnom brzinom? Kolika snaga za to potrebna? Usporedi to sa snagom elektromotora. (10 bodova)



5. Proton uleti brzinom od $8 \cdot 10^6\text{ ms}^{-1}$ pod kutom od 30° u magnetsko polje indukcije $B = 0,15\text{ T}$ koje je u smjeru x -osi (vidi sliku). Naboj protona je $1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$, a masa $1,67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$. Opiši kvalitativno i kvantitativno putanju protona i izračunaj kolika je udaljenost protona od točke ulaza u polje do mjesta na kojem će se naći nakon $4,4 \cdot 10^{-7}\text{ s}$ gibanja. (10 bodova)



Općinsko natjecanje iz fizike 2003./2004.

3. skupina

RJEŠENJA

1. Strujni krug koji se sastoji od otpornika, zavojnice i kondenzatora u serijskom nizu priključenih na generator izmjeničnog napona promjenljive frekvencije. Kada je frekvencija generatora 6 kHz krug je u rezonanciji, a pri frekvenciji 8kHz impedancija je $1\text{ k}\Omega$ uz fazni pomak od 45° . Koliko iznose omski, kapacitivni i induktivni otpori ?

Rješenje:

$$f_0 = 6000\text{Hz}$$

$$f = 8000\text{Hz}$$

$$Z = 1000\Omega$$

$$\varphi = 45^\circ$$

Iz uvjeta za rezonantnu frekvenciju slijedi:

$$4\pi^2 f_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow LC = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2} = 7,036 \cdot 10^{-10} \text{ s}^2 \quad \mathbf{2b}$$

Iz uvjeta za fazni pomak slijedi:

$$\text{tg } \varphi = \frac{R_L - R_C}{R} = \text{tg } 45^\circ = 1 \Rightarrow R = R_L - R_C \quad \mathbf{2b}$$

Iz uvjeta za impedanciju slijedi:

$$Z^2 = R^2 + (R_L - R_C)^2 = 2R^2$$
$$R = \frac{Z}{\sqrt{2}} = 707,1\Omega \quad \mathbf{2b}$$

Uvrštavanjem rješenja u relaciju

$$R_L - R_C = R \Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = R$$

$$\frac{LC\omega^2 - 1}{C\omega} = R \Rightarrow C = \frac{LC\omega^2 - 1}{R\omega}$$

$$C = \frac{7,036 \cdot 10^{-10} \cdot 2,527 \cdot 10^9 - 1}{707,1 \cdot 50265,5} = \frac{1,778 - 1}{35542723} = \frac{0,778}{35542723} = 2,19 \cdot 10^{-8} \text{ F} = 21,9\text{nF}$$

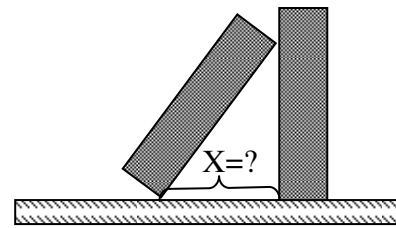
3b

Konačno iz relacije za rezonantnu frekvenciju slijedi

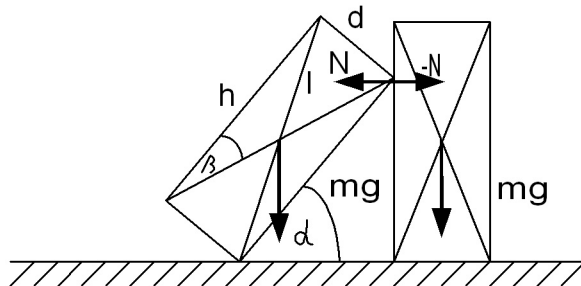
$$L = \frac{7,036 \cdot 10^{-10} \text{ s}^2}{2,19 \cdot 10^{-8} \text{ F}} = 0,032\text{H} = 32\text{mH} \quad \mathbf{1b}$$

ukupno 10 bodova

2. Domino pločice su poznata zabava mnogih. Uzmimo da su pločice visine $h=4$ cm, širine $s=2$ cm i debljine $d=1$ cm. Želimo na jednu uspravnu pločicu nasloniti drugu, ali tako da sustav ostane u stanju ravnoteže. Pretpostavimo da je faktor trenja dovoljno velik da ne dolazi do klizanja između pločica i podloge. Na koji najveći razmak X možemo postaviti pločice, da nakon naslanjanja jedne pločice na drugu ne dođe do rušenja pločica? Pretpostavi da su pločice homogene.



Rješenje:



2b

Pločica koja je nagnuta mora biti u ravnoteži, a to znači da zbroj momenata sila mora biti nula

$$mg \frac{l}{2} \cos(\alpha + \beta) = N \sqrt{h^2 - x^2} \quad 2b$$

Pri tome je kut α kut između horizontale i brida pločice, a kut β je kut između brida i dijagonale pločice. Veličina l predstavlja duljinu dijagonale stranice pločice.

Pločica koja stoji vertikalno također mora biti u ravnoteži a to znači da zbroj momenata sila mora biti nula

$$N \sqrt{h^2 - x^2} = mg \frac{d}{2} \quad 2b$$

Izjednačavajući relacije dobivamo

$$\left. \begin{aligned} d = l \cos(\alpha + \beta) &\Rightarrow \cos(\alpha + \beta) = \frac{d}{l} = \frac{d}{\sqrt{h^2 + d^2}} = 0,24 \\ \alpha + \beta &= 76^\circ \end{aligned} \right\} \quad 2b$$

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{d}{h} = 0,25 \Rightarrow \beta = 14^\circ \\ \alpha &= 62^\circ \Rightarrow x = h \cdot \cos \alpha = 4 \cdot \cos 62^\circ = 1,88 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \quad 2b$$

ukupno 10 bodova

3. Kuglica mase m pričvršćena na oprugu, konstante elastičnosti k , harmonički titra amplitudom A . Na udaljenosti $A/2$ od položaja ravnoteže postavi se masivna pregrada od koje se kuglica savršeno elastično odbija. Odredite period titranja kuglice. Riješite zadatak za kuglicu mase 40 grama i konstante elastičnosti 16 Nm^{-1} .

Rješenje:

a)

Period se sastoji od vremena gibanja s jedne strane ravnotežnog položaja ($T/2$) i vremena gibanja s druge strane ravnotežnog položaja ($2 t_1$).

$$T_u = \frac{T}{2} + 2 \cdot t_1$$

4b

t_1 je vrijeme potrebno da oscilator dođe do elongacije $A/2$.

Sudar s masivnom pregradom je elastičan što znači da se energija kuglice ne mijenja pa se titranje ne prigušuje.

T je period titranja oscilatora bez prepreke. $T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ **1b**

$$y = y_0 \sin \frac{2\pi}{T} t \quad \frac{A}{2} = A \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow t_1 = \frac{T}{12}$$
 2b

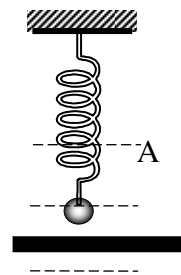
$$T_u = \frac{T}{2} + 2 \cdot \frac{T}{12} = \frac{2 \cdot T}{3}$$
 1b

b)

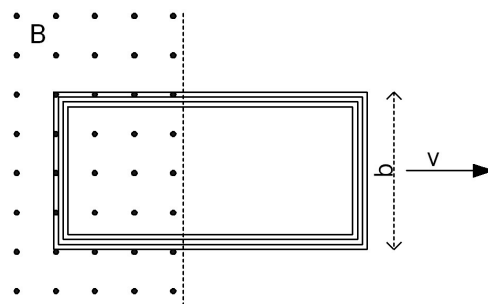
$$m = 40 \text{ g} ; k = 16 \text{ Nm}^{-1}$$

$$T_u = \frac{2}{3} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{0,04}{16}} = 0,21 \text{ s}$$
 2b

ukupno 10 bodova



4. Zavojnica s N namotaja i međusobno spojenim krajevima nalazi se u homogenom magnetskom polju kao na slici. Otpor zavojnice je R . Kolika je inducirana struja u zavojnici ako se ona pomiče na desno brzinom v ? Kolikom silom i u kojem smjeru moramo djelovati na zavojnicu da se ona giba konstantnom brzinom? Kolika je snaga za to potrebna? Usporedi to sa snagom el. struje.



Rješenje:

Inducirani napon u svakom namotaju je $U_i = B \cdot v \cdot b$ **2b**

pa je inducirana struja

$$I = \frac{N \cdot B \cdot v \cdot b}{R}$$
 2b

Sila kojom moramo djelovati na zavojnicu da se ona ne bi gibala akcelerirano je istog iznosa kao i Amperova sila ali je suprotnog smjera što znači da je u smjeru brzine, dakle u desno.

$$F = N \cdot I \cdot b \cdot B = \frac{N^2 \cdot B^2 \cdot b^2 \cdot v}{R}$$
 2b

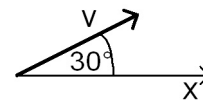
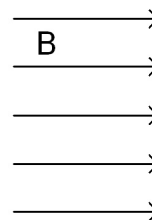
Snaga je $P = F \cdot v = \frac{N^2 \cdot B^2 \cdot b^2 \cdot v^2}{R}$ **2b**

i to je tačno $P = I^2 \cdot R$ **2b**

ukupno 10 bodova

5.

Proto n uleti brzinom od $8 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ pod kutom od 30° u magnetsko polje indukcije $B = 0,15 \text{ T}$ koje je u smjeru x - osi (vidi sliku). Naboj protona je $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, a masa $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Opiši kvalitativno i kvantitativno putanju protona i izračunaj kolika je udaljenost protona od točke ulaza u polje do mjesta na kojem će se naći nakon



$4,4 \cdot 10^{-7} \text{ s}$ gibanja.

Rješenje:

Brzinu čestice treba rastaviti na komponentu paralelnu s B i komponentu okomitu na B .

$$v_{\parallel} = v \cos 30^\circ = 6,9 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1} \quad \mathbf{1b}$$

$$v_{\perp} = v \sin 30^\circ = 4 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1} \quad \mathbf{1b}$$

U smjeru paralelnom s B sila je 0 pa će se čestica gibati jednoliko po pravcu, a u okomitom smjeru magnetska sila djeluje i zakreće česticu koja se u ravnini okomitoj na x os giba po kružnici radijusa

$$r = \frac{m \cdot v_{\perp}}{q \cdot B} = 0,28 \text{ m} \quad \mathbf{2b}$$

$$\text{Period vrtnje je} \quad T = \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{v_{\perp}} = 4,4 \cdot 10^{-7} \text{ s} \quad \mathbf{2b}$$

Čestica se giba spiralno u smjeru x - osi, a radijus spirale je 28 cm.

2b

Nakon $t = 4,4 \cdot 10^{-7} \text{ s}$ proton se pomakne u smjeru x - osi za $D = v_{\parallel} \cdot t$

$$D = 6,9 \cdot 10^6 \cdot 4,4 \cdot 10^{-7} = 3 \text{ m} \quad \text{i to je tražena udaljenost.}$$

2b

Učenicima koji samo kvalitativno opišu gibanje kao spiralno predlažem dati 4 boda.

ukupno 10 bodova

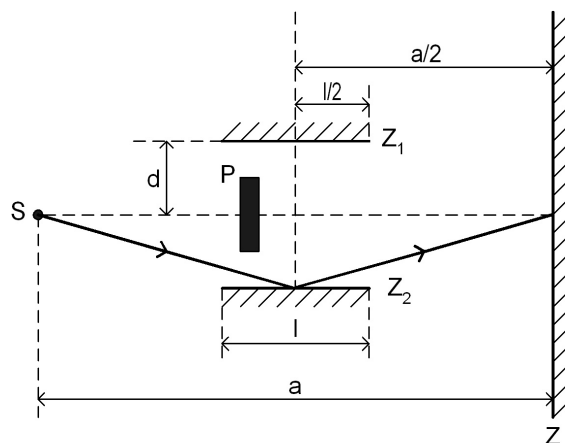
Općinsko natjecanje iz fizike 2003./2004.

4. skupina

1. Svjetlosni snop pada iz zraka na površinu vode (indeks loma vode $n_v = 1,33$) pod Brewsterovim kutom. Dio snopa, koji se lomi u vodi, nailazi na staklenu pločicu (indeks loma stakla $n_s = 1,50$), čija je ploha tako postavljena da je od nje odbijeni dio snopa također potpuno polariziran. Koji kut zatvara površina pločice s površinom vode? (8 bodova)

2. Točkasti izvor svjetlosti leži na optičkoj osi sabirne leće jakosti $D = 5 \text{ m}^{-1}$. Izvor je od leće udaljen za $d = 30 \text{ cm}$. Za koliko će se pomaknuti slika izvora, ako između leće i izvora postavimo staklenu pločicu debljine $L = 15 \text{ cm}$, indeksa loma $n = 1,5$? (11 bodova)

3. Točkasti izvor S, emitira svjetlost valne duljine $\lambda = 6 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$. Izvor se nalazi na udaljenosti $a = 1 \text{ m}$ od zastora Z (slika). Dva zrcala Z_1 , Z_2 duljina $l = 5 \text{ cm}$, postavljena su simetrično u odnosu na izvor i zastor, te paralelno okomici spuštenoj iz izvora na zastor, a oba na udaljenosti $d = 1,5 \text{ cm}$ od okomice. Između izvora i zastora se nalazi neprozirna prepreka P koja sprečava direktno padanje svjetlosti na zastor. Odrediti:



a) širinu interferencijskih pruga na zastoru (u ravnini crteža)

b) širinu područja na zastoru u kojem se opažaju pruge

c) broj dobivenih pruga

(11 bodova)

4. Na difrakcijsku rešetku konstante $d = 6 \mu\text{m}$, okomito pada monokromatska svjetlost.

Kut između spektra prvog i drugog reda je $\alpha_{21} = 5^\circ$.

Odrediti: a) Valnu duljinu svjetlosti;

b) Ukupni broj maksimuma koje daje ta rešetka.

(10 bodova)

5. Svemirski brod se giba u odnosu na Zemlju jednolikom brzinom $v = 0,9c$ po pravcu okomitom na smjer promatranja sa Zemlje. Unutar svemirskog broda po štapu "šeće" buba-mara brzinom $v_b = 1 \text{ cms}^{-1}$. Koliko će se vremena, za promatrača na Zemlji, gibati buba-mara po štapu od početka do kraja štapa, ako promatrač zapaža da štap ima duljinu $L = 2\sqrt{2} \text{ m}$, te da sa smjerom gibanja svemirskog broda zatvara kut $\alpha = 45^\circ$?

(10 bodova)