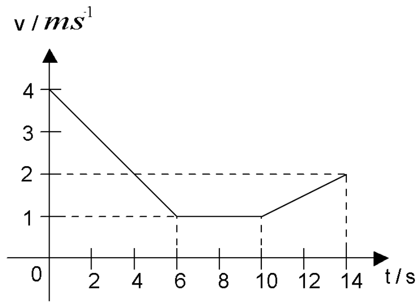
Općinsko natjecanje iz fizike 21. veljače 2003.
I. skupina

1.zadatak (10 bodova)

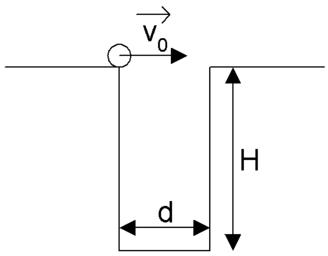
Zadan je v-t graf pravocrtnog gibanja nekog tijela. U početnom trenutku (t=0s) tijelo se nalazi u ishodištu referentnog sustava.

a) Opisati kako se tijelo giba u pojedinim vremenskim intervalima prema danom v-t grafu
b) Nacrtati a-t graf tog gibanja
c) Nacrtati s-t graf tog gibanja
d) Izračunati srednju brzinu tog tijela tijekom prvih 10 s gibanja



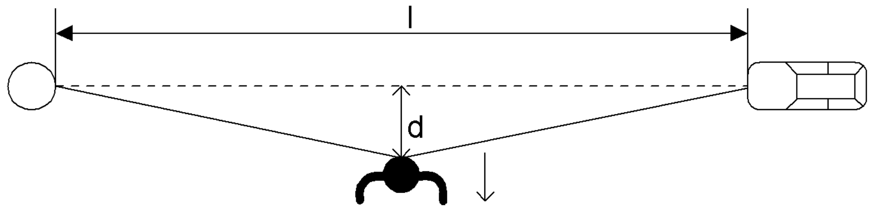
2.zadatak (11 bodova)

Dva čelična bloka (visine H=0,5 m) postavljena su tako da je između njih nastala vertikalna pukotina (paralelnih, ravnih i savršeno glatkih stijenki) široka d=3 cm. Prema pukotini, okomito na njene rubove, kotrlja se kuglica koja u trenutku dolaska na rub pukotine ima brzinu v_1=1 ms^{-1}. Kuglica upada u pukotinu odbijajući se elastično od jedne do druge nasuprotne stijenke pukotine. Odredi koliko će se puta kuglica odbiti od stijenki prije pada na dno pukotine? Polumjer kuglice iznosi r=0,3 cm. (g=9,81 ms^{-2})



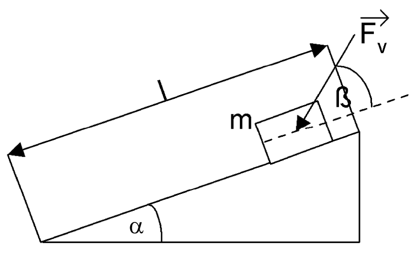
3. zadatak (6 bodova)

Čovjek želi izvući automobil iz blata. Jedan kraj nerastezivog užeta veže za drvo, a drugi za automobil koji je l=12 m udaljen od drveta. Vozač poteže uže na sredini silom F=800 N okomito na spojnicu drvo-automobil, zbog čega se sredina užeta ulegne za d=0,25 m. Kolikom silom djeluje uže na automobil?



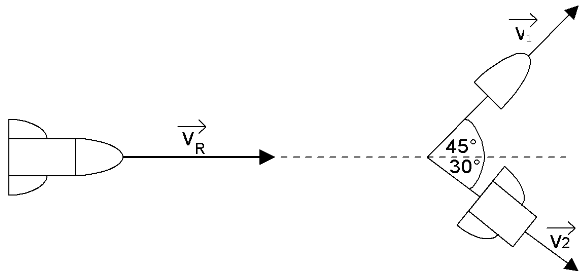
4. zadatak (12 bodova)

Na kosini duljine l=10 m i nagiba α=30° leži tijelo mase m=5 kg. Faktor trenja između tijela i kosine je μ=0,1. Tijelo se postavi na vrh kosine i gurne niz kosinu silom F_v=4 N pod kutem ß=45° prema kosini. Nakon koliko vremena će tijelo stići na dno kosine? (g=9,81 ms^{-2})



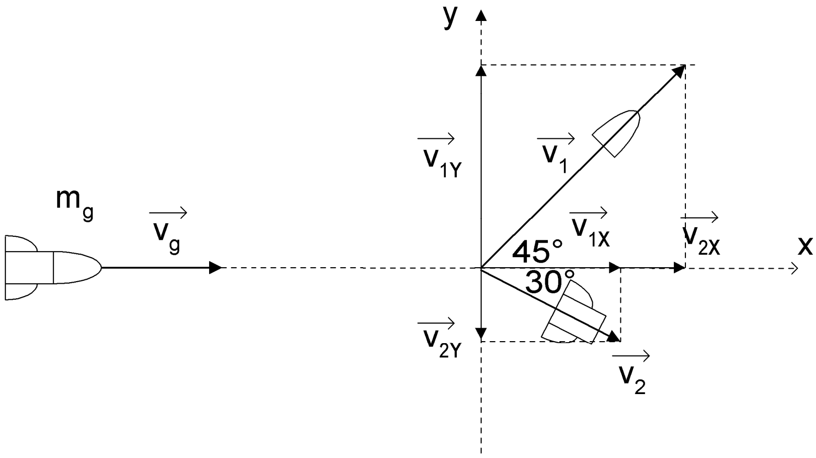
5. zadatak (11 bodova)

Raketa mase m leti u horizontalnom smjeru brzinom v_R=400 ms^{-1} i u tom trenutku se raspadne na dva dijela čije su mase 40%m, odnosno 60%m. Manji dio nastavlja gibanje pod kutem od 45°, a veći dio pod kutem od 30° prema početnom smjeru gibanja rakete. Kolike su brzine tih dijelova rakete?



Općinsko natjecanje iz fizike 2003. (1. skupina) – RJEŠENJA

5. zadatak Ukupno 11 bodova



2b

$m_1 = 40\ \%\ m = 0{,}4\ m$

$m_2 = 60\ \%\ m = 0{,}6\ m$

v_{1x} i v_{1y} su komponente brzine v_1

$$v_{1x} = v_1 \cdot \cos 45° = \frac{v_1 \cdot \sqrt{2}}{2}$$

$$v_{1y} = v_1 \cdot \sin 45° = \frac{v_1 \cdot \sqrt{2}}{2}$$

1b

v_{2x} i v_{2y} su komponente brzine v_2

$$v_{2x} = v_2 \cdot \cos 30° = \frac{v_2 \cdot \sqrt{3}}{2}$$

$$v_{2y} = v_2 \cdot \sin 30° = \frac{v_2}{2}$$

1b

px.......... $m \cdot v_R = m_1 \cdot v_{1x} + m_2 \cdot v_{2x}$ **1b**

$$m \cdot v_R = 0{,}4\,m \cdot \frac{v_1 \cdot \sqrt{2}}{2} + 0{,}6\,m \cdot \frac{v_2 \cdot \sqrt{3}}{2} \quad / : m$$

$400 = 0{,}283\,v_1 + 0{,}520\,v_2$ **1b**

py.......... $0 = m_1 \cdot v_{1y} - m_2 \cdot v_{2y}$ **1b**

$$0{,}4\ m \cdot \frac{v1 \cdot \sqrt{2}}{2} = 0{,}6\ m \cdot \frac{v_2}{2} \quad / : m$$

$0{,}283 \cdot v_1 = 0{,}3 \cdot v_2 \quad \Rightarrow \quad v_1 = 1{,}06 \cdot v_2$ **2b**

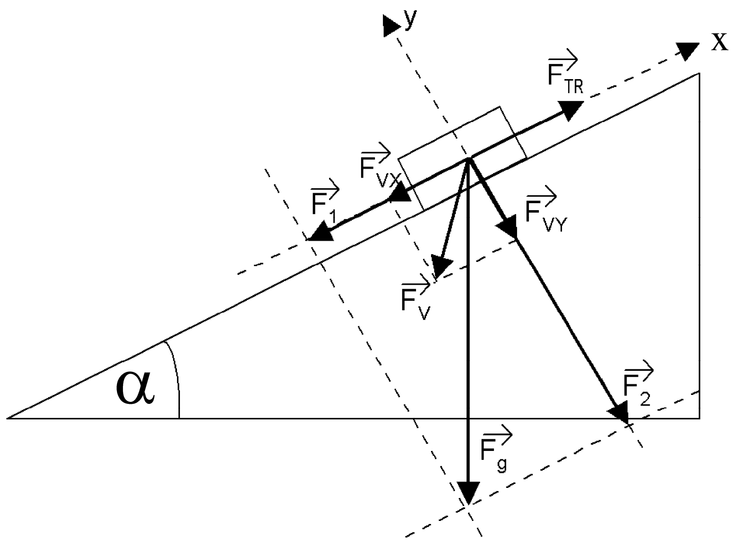
$400 = 0{,}283 \cdot 1{,}06 \cdot v_2 + 0{,}520 \cdot v_2$

$v_2 = 487{,}8\ \frac{m}{s^2}$ **1b**

$v_1 = 517{,}1\ \frac{m}{s^2}$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. (1. skupina) – RJEŠENJA

4. zadatak Ukupno 12 bodova



$m = 5\ kg$

$l = 10\ m$

$F_v = 4\ N$

$\alpha = 30°$ **2b**

$\beta = 45°$

$g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2}$

$\mu = 0{,}1$

F_1 i F_2 su komponente sile F_g

$$F_1 = F_g \cdot \sin\alpha = \frac{F_g}{2}$$

$$F_2 = F_g \cdot \cos\alpha = \frac{F_g\sqrt{3}}{2}$$ **1b**

F_{vx} i F_{vg} su komponente sile Fv

$$F_{vx} = F_v \cdot \cos\beta = \frac{F_v\sqrt{2}}{2}$$

$$F_{vy} = F_v \cdot \sin\beta = \frac{F_v\sqrt{2}}{2}$$ **1b**

$F_R = F_1 + F_{vx} - F_{tr}$ **1b**

$F_p = F_2 + F_{vy}$ **1b**

$F_{tr} = \mu \cdot F_p = \mu \cdot (F_2 + F_{vy})$ **1b**

$$F_R = \frac{F_g}{2} + \frac{F_v \cdot \sqrt{2}}{2} - \mu \cdot \left(\frac{F_g \cdot \sqrt{3}}{2} + \frac{F_v \cdot \sqrt{2}}{2} \right)$$ **2b**

$$F_R = \frac{m \cdot g}{2} + \frac{\sqrt{2} \cdot F_v}{2} - \mu \cdot \left(\frac{\sqrt{3} \cdot m \cdot g}{2} + \frac{\sqrt{2} \cdot F_v}{2} \right)$$

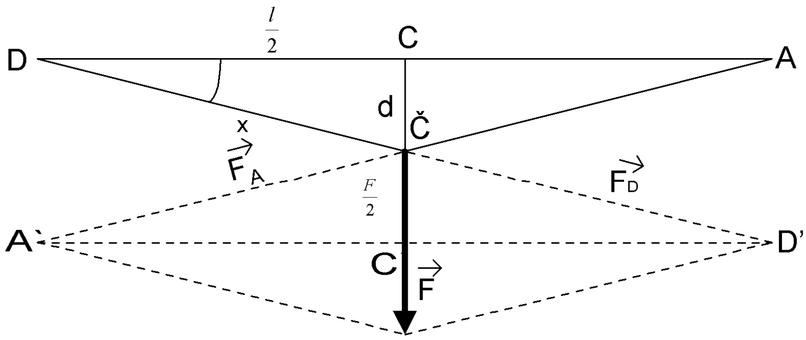
$F_R = 22{,}82\ N$ **1b**

$$F_R = m \cdot a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F_R}{m} = 4{,}56\ \frac{m}{s^2}$$ **1b**

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2} \quad \Rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 2{,}09\ s$$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>1. skupina</u> – RJEŠENJA

3. zadatak Ukupno 6 bodova



$l = 12\ m$

$d = 0{,}25\ m$

$F = 800\ N$

2b A – automobil D

Č – čovjek

F_A – sila kojom uže djeluje na automobil

Δ C Č D $\cong$ Δ A' C' Č

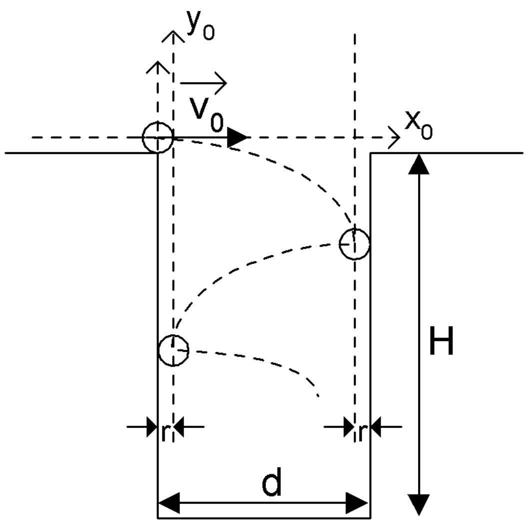
$$\frac{F_A}{\frac{F}{2}} = \frac{x}{d}$$ **2b**

$$x = \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}$$ **1b**

$$F_A = \frac{Fx}{2d} = 9608\ N$$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>1. skupina</u> – RJEŠENJA

2. zadatak Ukupno 11 bodova



$H = 0,5\ m$

$d = 3 \cdot 10^{-2}\ m$

$r = 3 \cdot 10^{-3}\ m$ **2b**

$v_0 = 1\ \frac{m}{s}$

$g = 9,81\ \frac{m}{s^2}$

$S_{1x} = d - r = v_0 \cdot t_1 \quad \Rightarrow \qquad t_1 = \frac{d-r}{v_0} = 2,7 \cdot 10^{-2}\ s$ **2b**

$\left|S_{1y}\right| = \frac{g \cdot t_1{}^2}{2} = 3,58 \cdot 10^{-3}\ m$

$S_{2x} = d - 2r = v_0 \cdot t_2 \quad \Rightarrow \qquad t_2 = \frac{d-2r}{v_0} = 2,4 \cdot 10^{-2}\ s$ **2b**

$\left|S_{2y}\right| = \frac{g \cdot (t_1 + t_2)^2}{2}$ **1b**

$\left|S_{3y}\right| = \frac{g \cdot (t_1 + 2 \cdot t_2)^2}{2}$ **1b**

$\vdots$

$\left|S_{ny}\right| = \frac{g \cdot [t_1 + (n-1) \cdot t_2]}{2} = H$ **1b**

$n = 1 + \frac{\sqrt{\frac{2H}{g}} - t_1}{t_2} = 13,18$ **1b**

$n = 13$ **1b**

Kuglica će se $n = 13$ puta odbiti od stijenki pukotine prije pada na dno pukotine.

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>1. skupina</u> – RJEŠENJA

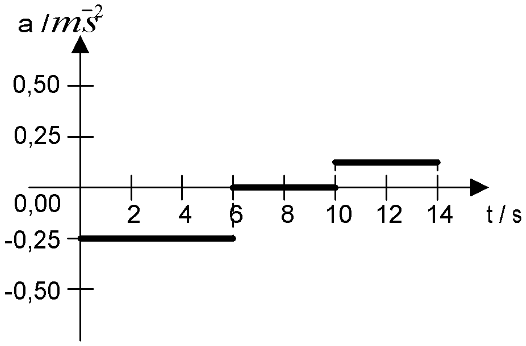
1. zadatak Ukupno 10 bodova

a) U vremenskom intervalu $0\ s \le t \le 6\ s$ tijelo se giba jednoliko usporeno, u intervalu $6\ s \le t \le 10\ s$ tijelo se giba jednoliko, a u intervalu $10\ s \le t \le 1\ s$ tijelo se giba jednoliko ubrzano. **1b**

b) $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{1-4}{6-0} = -0{,}5\ \frac{m}{s^2}$ **1b**

$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = 0\ \frac{m}{s^2}$ **1b**

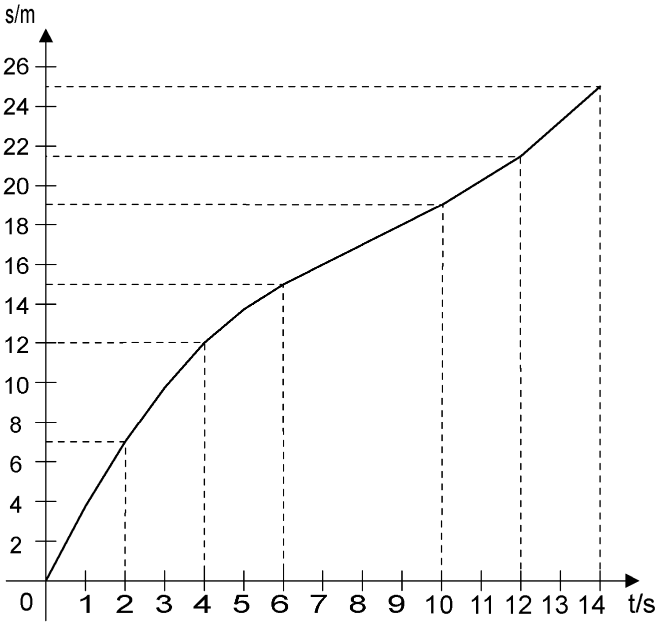
$a_3 = \frac{\Delta v_3}{\Delta t_3} = 0{,}25 \frac{m}{s^2}$ **1b**



1b

c) Prema v-t grafu početna brzina u $t = 0\ s$ je $v_0 = 4\ \frac{m}{s}$.

U vremenskom intervalu $0 \le t \le t_1$, $t_1 = 6\ s$, tijelo prijeđe put:



1b

$s_1 = v_0 \cdot t + \frac{a_1 \cdot t^2}{2}$ **1b**

$s_1(t = t_1 = 6\ s) = 15\ m$

Nakon vremenskog intervala $t_1 \le t \le t_2$, $t_2 = 10\ s$, tijelo prijeđe put s_2 krećući se stalnom brzinom $v_1 = 1\ \frac{m}{s}$ (vidi v-t graf):

$s_2 = s_1 + v_1 \cdot (t - t_1)$ **1b**

$s_2(t = t_2 = 10\ s) = 19\ m$

Nakon vremenskog intervala $t_2 \le t \le t_3$, $t3 = 14\ s$, tijelo prijeđe put $s_{3\,k}$ krećući se početnom brzinom v_1:

$s_3 = s_2 + v_1 \cdot (t - t_2) + \frac{a_3 \cdot (t - t_2)^2}{2}$ **1b**

$s_3(t = t_3 = 14\ s) = 25\ m$

d) $\bar{v} = \frac{s_2}{t_2} = \frac{19}{10} = 1{,}9 ms^{-1}$ **1b**

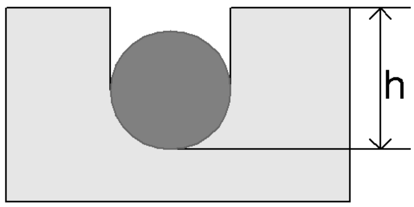
Općinsko natjecanje iz fizike 21. veljače 2003.
II. skupina

1. zadatak (8 bodova)

Dvije posude spojene su pomoću cijevi u kojoj se nalazi ventil. Kada je ventil zatvoren, tlak plina u prvoj posudi je p_1=0,2 MPa, a u drugoj p_2=0,4 MPa. U posudama se nalaze jednake količine istog plina. Koliki će biti tlak u posudama nakon otvaranja ventila ako se temperatura plina ne mijenja?

2. zadatak (12 bodova)

Željezna kuglica, polumjera r=2 cm, ugrijana na temperaturu t_K=300℃, stavi se na površinu relativno velike kocke leda temperature t_L=0℃. Do koje će dubine **h** upasti kuglica u led ako je korisnost prijenosa topline s kuglice na led η=70%?



3. zadatak (8 bodova)

Masi plina kriptona m=200 g se dovede toplina Q=2000 J pri konstantnom volumenu. Izračunaj promjenu temperature tog plina i promjenu srednje kinetičke energije molekule tog plina. $Mr[Kr]=83{,}80$, $k=1{,}38\cdot10^{-23}\,JK^{-1}$, $N_A=6{,}022\cdot10^{23}\,mol^{-1}$

4. zadatak (10 bodova)

U cilindru s pomičnim klipom volumena V_1=2 l nalazi se kisik pod tlakom p=0,1 Mpa. Zbog zagrijavanja plina pri konstantom tlaku volumen plina se udvostruči. Koliki rad izvrši taj plin pri širenju? Kolika je količina topline dovedena tom plinu tijekom širenja? Kolika je promjena unutrašnje energije tog plina? Specifični toplinski koeficijent kisika pri konstantnom tlaku je $c_p=\frac{7}{2}\frac{R}{M}$ $\quad Ar[O]=16\;\; R=8{,}314\;Jmol^{-1}K^{-1}$

5. zadatak (12 bodova)

Dvije aluminijske kuglice jednake mase m=0,27 g obješene su na tankim nerastezljivim nitima zanemarive mase duljina l=100 mm tako da im se površine dodiruju. Ako se na kuglice, koje su u zraku, dovedu jednake količine naboja, kuglice se otklone tako da je kut između niti 120°. Ako se tako nabijene kuglice stave u tekućinu gustoće $\rho_{TEK}=900\;kgm^{-3}$, kut između niti će biti 60°. Izračunati naboj svake kuglice Q i relativnu permitivnost ε_r dane tekućine!

$\rho_{Al}=2700\;kgm^{-3}$, $k_0=9\cdot10^9\;Nm^2C^{-2}$

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>2. skupina</u> – RJEŠENJA

1. zadatak Ukupno 8 bodova

$p_1 = 0{,}2\ MPa = 2 \cdot 10^5\ Pa$

$p_2 = 0{,}4\ MPa = 4 \cdot 10^5\ Pa$

$T = konst.$

$p = ?$

STANJE PLINA PRIJE OTVARANJA VENTILA:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$ **1b**

$$V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2}$$ **1b**

STANJE PLINA NAKON OTVARANJA VENTILA

$$p \cdot (V_1 + V_2) = p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2 = 2\, p_1 \cdot V_1$$ **2b**

$$p \cdot \left(V_1 + \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} \right) = 2\, p_1 \cdot V_1 \quad / : V_1$$

$$p \cdot \left(\frac{p_1 + p_2}{p_2} \right) = 2\, p_1$$ **2b**

$$p = \frac{2\, p_1 \cdot p_2}{p_1 + p_2} = 2{,}67 \cdot 10^5\ Pa$$ **2b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. 2. skupina – RJEŠENJA

2. zadatak Ukupno 12 bodova

$r = 2\ cm = 2 \cdot 10^{-2}\ m$

$t_K = 300\ °C$

$t_L = 0\ °C$

$\eta = 70\ \% = 0{,}7$

$\lambda_1 = \lambda_{LED} = 3{,}3 \cdot 10^5\ \frac{J}{kg}$

$\rho_1 = \rho_{LED} = 920\ \frac{kg}{m^3}$

$\rho_2 = \rho_{Fe} = 7900\ \frac{kg}{m^3}$

$c_2 = c_{Fe} = 460\ \frac{J}{kg \cdot K}$

VOLUMEN ISTOPLJENOG LEDA:

$$V1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi + r^2 \cdot \pi \cdot h' \qquad \textbf{2b}$$

KOLIČINA TOPLINE POTREBNE ZA TALJENJE LEDA:

$$Q_1 = m_1 \cdot \lambda_1 = \rho_1 \cdot V_1 \cdot \lambda_1 \qquad \textbf{1b}$$

$$Q_1 = \rho_1 \left(\frac{2}{3} \cdot r^3 \cdot \pi + r^2 \cdot \pi \cdot h' \right) \cdot \lambda_1 \qquad \textbf{1b}$$

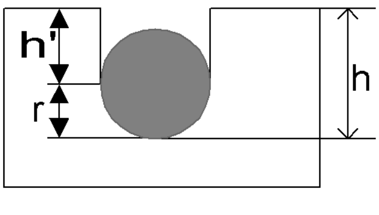
KOLIČINA TOPLINE KOJU ŽELJEZNA KUGLICA **PREDAJE LEDU JE:**

$$Q_2 = \eta \cdot m_2 \cdot c_2 \cdot t_K = \eta \cdot \rho_2 \cdot \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \cdot c_2 \cdot t_K \qquad 2b$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow \rho_1 \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot r^3 \cdot \pi + r^2 \cdot \pi \cdot h' \right) \cdot \lambda_1 = \eta \cdot \rho_2 \cdot \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \cdot c_2 \cdot t_K \Big/ \cdot \frac{3}{r^2 \cdot \pi}$$

$$2\rho_1 \cdot r \cdot \lambda_1 + 3h' \cdot \rho_1 \cdot \lambda_1 = 4\eta \cdot \rho_2 \cdot r \cdot c_2 \cdot t_K \qquad \textbf{1b}$$

$$h' = \frac{2r(2\eta \cdot \rho_2 \cdot c_2 \cdot t_K - \rho_1 \cdot \lambda_1)}{3\rho_1 \cdot \lambda_1} = 2{,}68 \cdot 10^{-2}\ m \qquad 2b$$



1b

$$h = h' + r \qquad 1b$$

$$h = 2{,}68 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 10^{-2} = 4{,}68 \cdot 10^{-2}\ cm \qquad \textbf{1b}$$

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>2. skupina</u> – RJEŠENJA

3. zadatak Ukupno 8 bodova

$m = 200\ g$

$Q = 2000\ J$

$Mr[Kr] = 83{,}80$

$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \frac{J}{K}$

$Na = 6{,}022 \cdot 10^{23}\ \frac{1}{mol}$

$V = konst. \quad \Rightarrow \quad W = 0\ J$

$M[Kr] = 83{,}80\ \frac{g}{mol}$

$Q = \Delta U + W = \Delta U$ **1b**

$\frac{m}{M} = \frac{N}{Na} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{m \cdot Na}{M}$ **1b**

$\Delta U = N \cdot \overline{E_k} = \frac{m \cdot Na}{M} \cdot \Delta\overline{E_k}$ **1b**

$\Delta\overline{E_k} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot \Delta T$ **1b**

$\Delta U = Q = \frac{m \cdot Na}{M} \cdot \frac{3}{2} \cdot k \cdot \Delta T$

$\Delta T = \frac{2M \cdot Q}{3m \cdot Na \cdot k} = 67{,}2\ K$ **2b**

$\Delta\overline{E_k} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot \Delta T = 1{,}39 \cdot 10^{-21}\ J$ **2b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>2. skupina</u> – RJEŠENJA

4. zadatak **Ukupno 10 bodova**

$p = konst.$

$V_1 = 2\ l = 2 \cdot 10^{-3}\ m^3$

$p = 0{,}1\ MPa = 1 \cdot 10^5\ Pa$

$V_2 = 2V_1 = 4 \cdot 10^{-3}\ m^3$

$c_p = \frac{7}{2} \cdot \frac{R}{M} \quad \frac{J}{g \cdot K}$

$Ar[O] = 16$

$R = 8{,}314\ \frac{J}{mol \cdot K}$

---

a) W=?
b) Q=?
c) ΔU=?

a) $W = p \cdot \Delta V = p(V_2 - V_1) = 200\ J$ **2b**

b) $Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$ **1b**

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{2 \cdot V_1}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad / : V_1 \quad \Rightarrow T_2 = 2 \cdot T_1$$ **1b**

$\Delta T = T_2 - T_1 = T_1$ **1b**

$$p \cdot V_1 = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T_1 \Rightarrow m = \frac{p \cdot V_1 \cdot M}{R \cdot T_1}$$ **1b**

$$Q = \frac{p \cdot V_1 \cdot M}{R \cdot T_1} \cdot \frac{7}{2} \cdot \frac{R}{M} \cdot T_1 \Rightarrow Q = \frac{7 \cdot p \cdot V_1}{2}$$ **1b**

$Q = 700\ J$ **1b**

c) $Q = \Delta U + W$ **1b**

$\Delta U = Q - W = 500\ J$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. 2. skupina – RJEŠENJA

5. zadatak Ukupno **12** bodova

$m_k = 0{,}27\ g = 2{,}7 \cdot 10^{-4}\ kg$

$l = 100\ mm = 0{,}1\ m$

$\alpha = 120°$

$\rho_{tek} = 900\ \frac{kg}{m^3}$

$\beta = 60°$

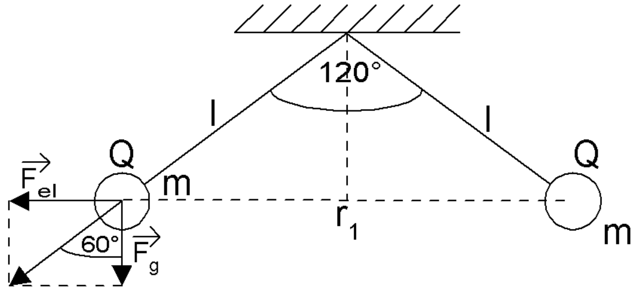
$\rho_{Al} = 2700\ \frac{kg}{m^3}$

$k_0 = 9 \cdot 10^9\ \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

Q=?

εr=?

a)



2b

$$\frac{\frac{r_1}{2}}{l} = \sin 60° \,, \quad \frac{r_1}{2l} = \frac{\sqrt{3}}{2} \,, \quad r_1 = l \cdot \sqrt{3}$$ **1b**

$$\frac{F_{el}}{F_g} = tg\, 60° = \sqrt{3}$$ **1b**

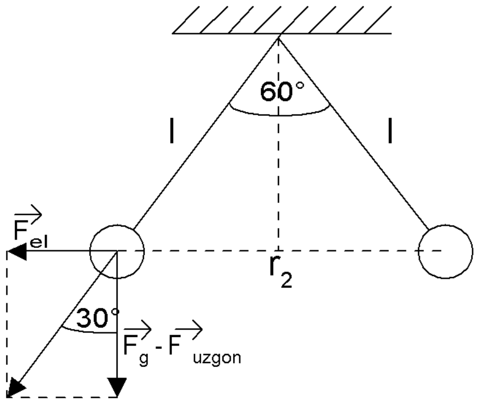
$$\frac{k_0 \cdot \frac{Q^2}{r_1^2}}{m_k \cdot g} = \sqrt{3} \quad \Rightarrow \quad \frac{k_0 \cdot Q^2}{3 \cdot l^2 \cdot m_k \cdot g} = \sqrt{3}$$

$$Q^2 = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot l^2 \cdot m_k \cdot g}{k_0}$$ **1b**

$$Q = \sqrt{\frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot l^2 \cdot m_k \cdot g}{k_0}} = 1{,}25 \cdot 10^{-7}\ C$$ **1b**

5. zadatak (nastavak) Ukupno **12** bodova

b)



2b

$$F_{UZGONA} = F_u = \rho_{tek} \cdot g \cdot V_k$$

$$V_{KUGLICE} = V_k = \frac{m_k}{\rho_{Al}} = 1 \cdot 10^{-7}\ m^3$$ **1b**

$$r_2 = l$$

$$\frac{F'_{el}}{F_g - F_u} = tg\,30° = \frac{\sqrt{3}}{3}$$ **1b**

$$\frac{\frac{k_0}{\varepsilon_r} \cdot \frac{Q^2}{{r_2}^2}}{m_k \cdot g - \rho_{tek} \cdot g \cdot V_k} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\frac{k_0 \cdot Q^2}{\varepsilon_r \cdot l^2 \cdot (m_k \cdot g - \rho_{tek} \cdot g \cdot V_k)} = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad \Rightarrow \quad \frac{k_0 \cdot \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot l^2 \cdot m_k \cdot g}{k_0}}{\varepsilon_r \cdot l^2 \cdot (m_k \cdot g - \rho_{tek} \cdot g \cdot V_k)} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$ **1b**

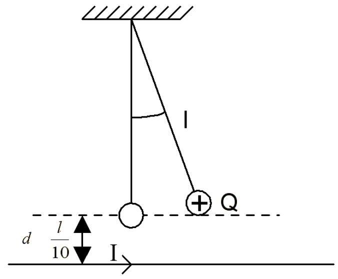
$$\Rightarrow \quad \frac{3 m_k}{\varepsilon_r \cdot (m_k - \rho_{tek} \cdot V_k)} = \frac{1}{3} \quad \Rightarrow \quad \frac{3 \cdot \rho_{Al} \cdot V_k}{\varepsilon_r \cdot (\rho_{Al} \cdot V_k - \rho_{tek} \cdot V_k)} = \frac{1}{3} \quad \Rightarrow$$

$$\varepsilon_r = \frac{9 \cdot \rho_{Al}}{\rho_{Al} - \rho_{tek}} = 13{,}5$$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 21.02.2003
III. skupina

1. zadatak (11 bodova)

Kuglica mase m=1g koja visi na nerastezljivoj niti zanemarive mase duljine l=1m, otkloni se iz ravnotežnog položaja za kut $\alpha=3°$ i pusti da njiše. Kuglica je nabijena nabojem Q=1C, a njiše se iznad strujnog vodiča. Kolika mora biti jakost električne struje kroz vodič da bi napetost niti u najnižoj točki putanje bila jednaka težini kuglice pri mirovanju u ravnotežnom položaju? ($g=10ms^{-2}$)



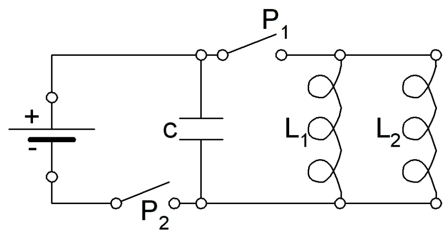
2. zadatak (12 bodova)

Naboj Q je ravnomjerno raspoređen po tankom kružnom **dielektričnom** prstenu polumjera r. Indukcija homogenog magnetskog polja okomitog na ravninu prstena raste od 0 do B_0. Koju će kutnu brzinu postići prsten? Masa prstena je m. Moment tromosti prstena je $I = m \cdot r^2$.

3. zadatak (9 bodova)

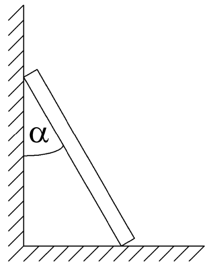
Titrajni krug se sastoji od kondenzatora električnog kapaciteta C=1,5μF i dvije zavojnice induktiviteta L_1=10mH i L_2=20mH.

a) Kolika je rezonantna frekvencija ovog titrajnog kruga?
b) Pri otvorenom prekidaču P_1 a zatvorenom prekidaču P_2, kondenzator se nabije na izvoru napona U=100V. Zatim se otvori prekidač P_2, a zatvori prekidač P_1. Kolike su maksimalne jakosti električnih struja kroz zavojnice?



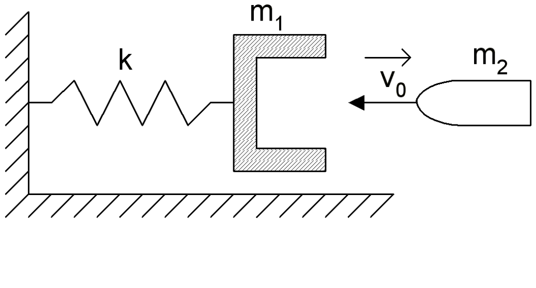
4. zadatak (9 bodova)

Homogena daska, duljine l=2m i mase m=20kg, prislonjena je pod kutem α na zid. Pod kojim će najvećim kutem α ta daska mirovati naslonjena na zid, ako je koeficijent trenja između zida i daske μ_1=0,1, a koeficijent trenja između podloge i daske μ_2=0,2?



5. zadatak (9 bodova)

Na glatkoj površini (zanemariti trenje) nalazi se tijelo mase m=10kg spojeno na oprugu konstante elastičnosti k=1000Nm, a opruga je drugim krajem učvršćena za zid.
U to tijelo, u stanju mirovanja, zabije se metak mase m=50g, brzinom $v_0=100ms^{-1}$. Kolika je amplituda i koliki je period titranja tog tijela zajedno s metkom, ako je sudar bio savršeno neelastičan?



Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>3. skupina</u> – RJEŠENJA

1. zadatak Ukupno 11 bodova

m=10^{-3} kg, l=1 m, $\alpha = 3°$, Q=1 C, g=10 $\frac{m}{s^2}$

U ravnotežnom položaju Lorentzova sila F_1 treba poništiti inercijsku silu F_{cf}, tako da napetost niti bude jednaka samo težini kuglice:

$$F_{cf} = F_l$$

$$\frac{m \cdot v^2}{l} = Q \cdot v \cdot B$$ **1b**

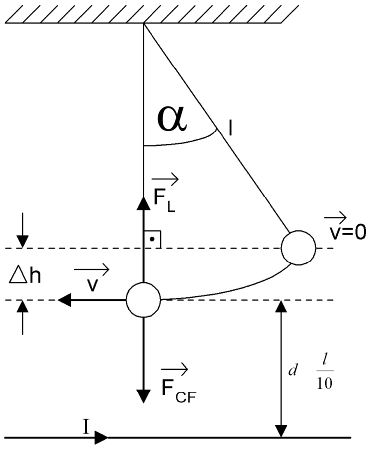
$$\frac{m \cdot v}{l} = \frac{5Q \cdot \mu_0 \cdot I}{l \cdot \pi}$$

$$I = \frac{m \cdot v \cdot \pi}{5\mu_0 \cdot Q}$$ **1b**

$$B = \mu_0 \cdot H = \frac{\mu_0 \cdot I}{2d \cdot \pi}$$

$$d = \frac{l}{10}$$

$$B = \frac{5\mu_0 \cdot I}{l \cdot \pi}$$ **1b**



2b

Potencijalna energija u položaju (1) se pretvara u kinetičku energiju u ravnotežnom položaju (2), pa je:

$$\Delta E_p = \Delta E_k$$ **1b**

$$m \cdot g \cdot \Delta h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2g \cdot \Delta h}$$ **1b**

Vrijedi: $\frac{l - \Delta h}{l} = \cos\alpha$ **1b**

$$\Delta h = l \cdot (1 - \cos\alpha)$$

$$v = \sqrt{2\,g \cdot l \cdot (1 - \cos\alpha)} \qquad (*)$$ **1b**

Kad se (*) uvrsti u: $I = \frac{m \cdot v \cdot \pi}{5\mu_0 \cdot Q}$

dobije se:

$$I = \frac{m \cdot \sqrt{2\,g \cdot l(1 - \cos\alpha)} \cdot \pi}{5\,\mu_0 \cdot Q}$$ **1b**

$$I = 82{,}8\ A$$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>3. skupina</u> – RJEŠENJA

2. zadatak Ukupno 12 bodova

Zbog promjene magnetskog toka $\Delta\Phi$ u prstenu se inducira napon:

$$U = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(S \cdot B)}{\Delta t} = S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = r^2 \cdot \pi \cdot \frac{B_o}{\Delta t}$$ **2b**

stvara se električno polje u dielektričnom prstenu:

$$E = \frac{U}{o} = \frac{\frac{r^2 \cdot \pi \cdot B_o}{\Delta t}}{2r \cdot \pi} = \frac{r \cdot B_o}{2 \cdot \Delta t}$$ **2b**

i Coulombova sila na naboj Q:

$$F = E \cdot Q = \frac{B_o \cdot r \cdot Q}{2 \cdot \Delta t}$$ **2b**

Moment te sile je:

$$M = F \cdot r = \frac{B_o \cdot r^2 \cdot Q}{2 \cdot \Delta t}$$ **2b**

i stvara kutno ubrzanje prstena:

$$\alpha = \frac{M}{I} = \frac{B \cdot r^2 \cdot Q}{2 \cdot \Delta t \cdot m \cdot r^2} = \frac{B_o \cdot Q}{2 \cdot m \cdot \Delta t}$$ **2b**

Promjena kuta brzine je:

$$\Delta\omega = \omega = \alpha \cdot \Delta t = \frac{B_o \cdot Q}{2 \cdot m}$$ **2b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. 3. skupina – RJEŠENJA

3. zadatak Ukupno 9 bodova

a) Ekvivalentni iduktivitet obiju zavojnica je:

$$L=\frac{L_1\cdot L_2}{(L_1+L_2)}$$ **1b**

pa je rezonantna frekvencija: $f=\frac{1}{2\cdot\pi\cdot\sqrt{L\cdot C}}$

$$f=\frac{1}{2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{L_1\cdot L_2\cdot C}{L_1+L_2}}}$$ **1b**

b) Kad se otvori prekidač P_2, a zatvori prekidač P_1 pad napona na obje zavojnice je jednak:

$$U_{L1}=U_{L2}$$

$$\frac{L_1\cdot\Delta I_1}{\Delta t}=\frac{L_2\cdot\Delta I_2}{\Delta t}$$ **1b**

$$L_1\cdot(I_1-I_{O1})=L_2\cdot(I_2-I_{O2})$$

U početnom trenutku nije bilo struje kroz zavojnice pa je:

$$I_{O1}=I_{O2}=0\ A$$

$$L_1\cdot I_1=L_2\cdot I_2$$ **1b**

Jakosti električnih struja kroz zavojnice su najveće kad se kondenzator izbije.
Prema zakonu očuvanja energije vrijedi:

(*) $$\frac{C\cdot U^2}{2}=\frac{L_1\cdot I_1^2}{2}+\frac{L_2\cdot I_2^2}{2}$$ **1b**

u kombinaciji s $L_1\cdot I_1=L_2\cdot I_2$

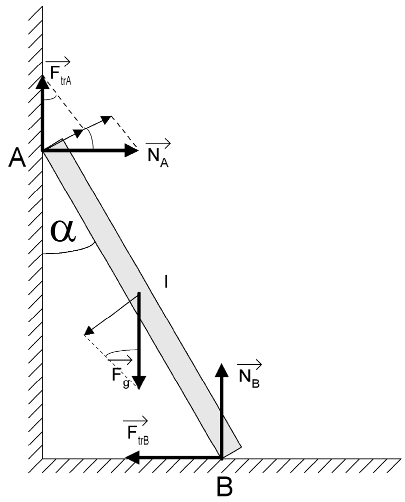
npr. $I_2=\frac{L_1\cdot I_1}{L_2}$ uvrsti u (*)

dobije se: $$I_1=U\cdot\sqrt{\frac{C\cdot L_2}{L_1\cdot(L_1+L_2)}}=1\quad A$$ **2b**

$$I_2=U\cdot\sqrt{\frac{C\cdot L_1}{L_2\cdot(L_1+L_2)}}=0,5\quad A$$ **2b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>3. skupina</u> – RJEŠENJA

4. zadatak Ukupno 9 bodova



U stanju ravnoteže rezultanta svih sila jednaka je nuli:

$F_R = \Sigma F = 0$ odnosno

$\Sigma F_X = 0 \quad i \quad \Sigma F_Y = 0$

$\Sigma F_X = 0 \quad \Rightarrow \quad N_A - F_{trB} = 0, \qquad F_{trB} = \mu_2 \cdot N_B$ **1b**

$\Sigma F_Y = 0 \quad \Rightarrow \quad F_{trA} - F_g + N_B = 0, \qquad F_{trA} = \mu_1 \cdot N_A$ **1b**

2b

$$N_A - \mu_2 \cdot N_B = 0 \quad \Rightarrow \quad N_B = \frac{N_A}{\mu_2}$$

$$\mu_1 \cdot N_A + N_B = F_g \quad \Rightarrow \quad \mu_1 \cdot N_A + \frac{N_A}{\mu_2} = m \cdot g$$

$$N_A = \frac{\mu_1 \cdot \mu_2 + 1}{\mu_2} = m \cdot g$$

$$N_A = \frac{m \cdot g \cdot \mu_2}{1 + \mu_1 \cdot \mu_2} = 39{,}22\ N$$ **1b**

$$N_B = 196{,}08\ N$$ **1b**

Rezultantni moment u stanju ravnoteže mora biti jednak nuli (npr. oko točke B):

$$F_{trA} \cdot \sin\alpha \cdot l + N_A \cdot \cos\alpha \cdot l - F_g \cdot \sin\alpha \cdot \frac{l}{2} = 0 \Big/ \cdot \left(-\frac{2}{l}\right)$$ **1b**

$$\sin\alpha \cdot (m \cdot g - 2 \cdot \mu_1 \cdot N_A) = 2 \cdot N_A \cdot \cos\alpha$$

$$tg\,\alpha = \frac{2 \cdot N_A}{m \cdot g - 2 \cdot \mu_1 \cdot N_A} = 0{,}4082$$ **1b**

$$\alpha = 22{,}2°$$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>3. skupina</u> – RJEŠENJA

5. zadatak Ukupno 9 bodova

U početnom trenutku nakon sudara energija slijepljenog tijela mase m_1 i metka mase m_2 je:

$$E_o = \frac{(m_1 + m_2)\cdot v^2}{2}$$ **1b**

v – početna zajednička brzina mase $m_1 + m_2$ neposredno nakon sudara

Za neelastičan sudar vrijedi:

$$(m_1 + m_2)\cdot v = m_2 \cdot v_0$$ **1b**

pa je: $$v = \frac{m_2 \cdot v_0}{m_1 + m_2}$$

odnosno: $$E_o = \frac{(m_1 + m_2)\cdot \left(\frac{m_2 \cdot v_0}{m_1 + m_2}\right)^2}{2}$$

$$E_o = \frac{{m_2}^2 \cdot {v_0}^2}{2\cdot (m_1 + m_2)}$$ **1b**

U amplitudnom položaju energija sistema je: $$E_a = \frac{k \cdot A^2}{2}$$ **1b**

Zbog zakona o očuvanju energije vrijedi:

$$E_a = E_o$$ **1b**

$$k \cdot A^2 = \frac{{m_2}^2 \cdot {v_0}^2}{2\cdot (m_1 + m_2)}$$ **1b**

pa je amplituda titranja: $$A = \sqrt{\frac{m_2 \cdot v_0}{k \cdot (m_1 + m_2)}} = 4{,}99 \cdot 10^{-2}\ m \cong 5\ cm$$ **1b**

Period titranja sistema je: $$T = 2\cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$$ **1b**

$$T = 0{,}63\ s$$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 21.02.2003.
IV. skupina

1. zadatak (10 bodova)

Konvergentna leća smještena je u središtu zakrivljenosti konkavnog zrcala tako da im se podudaraju optičke osi. Leća i zrcalo imaju jednaku žarišnu daljinu. Predmet visine 2 cm smješten je okomito na optičku os na udaljenosti 3 žarišne duljine od leće, s one strane gdje nema zrcala.

a) Konstruiraj konačnu sliku predmeta

b) Odredi numerički udaljenost konačne slike od leće i njezinu visinu.

2. zadatak (10 bodova)

Zraka svjetlosti upadne u prozirnu kuglu i djelomično se reflektira unutar kugle, te opet izađe iz kugle u zrak. Koji uvjet mora biti zadovoljen da bi ulazna i izlazna zraka bile paralelne? Koliki mora biti indeks loma kugle da bi se to dogodilo zraci koja upada pod kutom $u=82{,}82°$? Nacrtaj put zrake svjetlosti!

3. zadatak (10 bodova)

Sa mjesta $x = 0$ u trenutku $t = 0$ sa Zemlje su lansirane dvije rakete jedna za drugom u smjeru x-osi. Prije lansiranja su im sinkronizirani satovi. Prva raketa "A" lansirana je brzinom $v_1 = 0{,}91c$, a 25 sekundi kasnije, po zemaljskom vremenu, lansirana je druga raketa "B" brzinom $v_2 = 0{,}98c$. ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

a) S obzirom na motritelja u prvoj raketi "A" nakon koliko vremena i sa kojeg mjesta je lansirana druga raketa?

b) Nakon koliko vremana i gdje će druga raketa "B" sustići prvu raketu "A" za motritelja na Zemlji, računajući od lansiranja druge rakete?

c) Nakon koliko vremena će druga raketa "B" za motritelja u prvoj raketi "A" sustići prvu raketu?

4. zadatak (8 bodova)

Koliki je rad potrebno uložiti da bi se čestici mase m brzina povećala od $v_1 = 0{,}3c$ do $v_2 = 0{,}6c$? Ako je riječ o elektronu, izrazi taj rad u MeV. Usporedi dobiveni rezultat za obavljeni rad s onim koji se dobije u klasičnoj fizici.

($m_{elektrona} = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg, $Q_{elektrona} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C)

5. zadatak (12 bodova)

Kod Young-ovog uređaja je udaljenost pukotina 2,5 mm. Izvor koji emitira svjetlost valne duljine 0,55 µm smješten je iza pokotina na udaljenosti $D_1 = 55$ cm, a na jednakoj udaljenosti od pukotina. Pruge interferencije promatramo na zastoru ispred pukotina, koji je paralelan sa ravninom pukotina i udaljen $D_2 = 1{,}1$ m. Izračunaj:

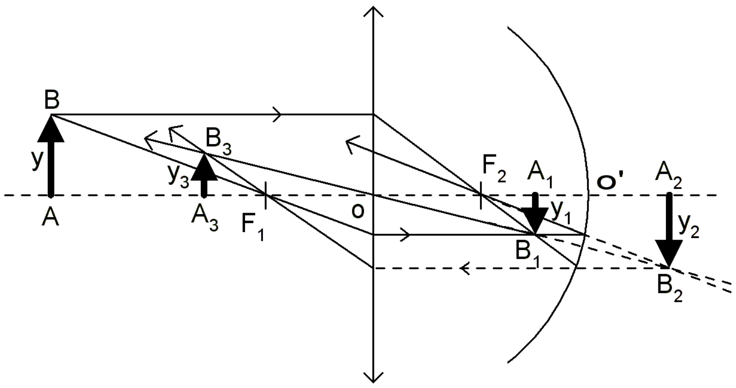
a) Udaljenost dobivenih pruga

b) Za koliko se pomakne centralna pruga i u kojem smjeru, ako se izvor pomakne za 2 mm paralelno s pravcem na kojem leže pukotine

c) Ako pak jednu pukotinu prekrijemo staklom debljine 0,1 mm, s one strane na kojoj je zastor, a izvor vratimo na prvo mjesto (kao pod a)), centralna svijetla pruga pomakne se na mjesto 100-te svijetle pruge. Koliki je indeks loma stakla?

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. 4. skupina – RJEŠENJA

1. zadatak Ukupno 10 bodova



4b

$\overline{OA} = a_1 = 3 \cdot f$

$\overline{OA_1} = b_1$

$$\Rightarrow \quad b_1 = \frac{a_1 \cdot f}{a_1 - f} = \frac{3}{2} \cdot f \qquad y_1 = -y \cdot \frac{b_1}{a_1} = -1cm$$

1b **1b**

$\overline{O'A_1} = a_2 = 2 \cdot f - \frac{3}{2} \cdot f = \frac{1}{2} \cdot f$

$$\Rightarrow \quad b_2 = \frac{a_2 \cdot f}{a_2 - f} = -f \qquad y_2 = -y_1 \cdot \frac{b_2}{a_2} = -2cm$$

$\overline{O'A_2} = b_2$

1b **1b**

$\overline{OA_2} = a_3 = 2 \cdot f + f = 3 \cdot f$

$$\Rightarrow \quad b_3 = \frac{a_3 \cdot f}{a_3 - f} = \frac{3}{2} \cdot f \qquad y_3 = -y_2 \cdot \frac{b_3}{a_3} = 1cm$$

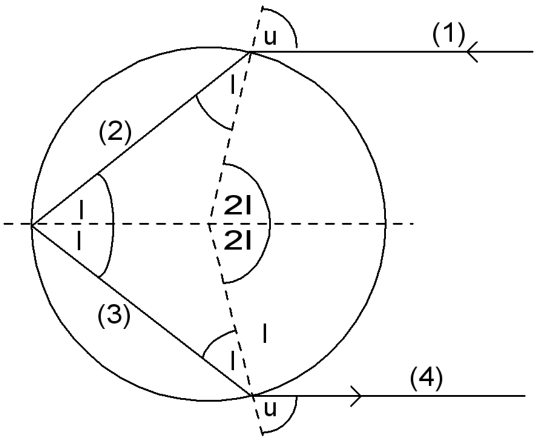
$\overline{OA_3} = b_3$

1b **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>4. skupina</u> – RJEŠENJA

2. zadatak — Ukupno 10 bodova

$n_{ZRAK}=1$



2b

IZ SLIKE SE VIDI DA JE:

$u = 2l$ **1b**

$$\frac{\sin u}{\sin l} = n$$

$$\frac{\sin 2l}{\sin l} = n$$

$$\frac{2\sin l \cdot \cos l}{\sin l} = n$$

$$n = 2\cos l$$

$$n = 2\cos\frac{u}{2}$$ **1b**

$$n = 2\cos\frac{82{,}82°}{2} = 1{,}5$$ **1b**

POSTOJE DVA UVJETA:

<u>1. UVJET:</u>

$$\cos l = \frac{n}{2} \leq 1$$

$$n \leq 2$$ **2b**

<u>2. UVJET:</u>

$$u < 90°$$

$$2l < 90°$$

$$l < 45° \Rightarrow \cos\dot{l}45°$$

$$\frac{n}{2} > \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$n > \sqrt{2}$$ **2b**

<u>1. I 2. UVJET ZAJEDNO:</u>

$$\sqrt{2} < n \leq 2$$ **1b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. <u>4. skupina</u> – RJEŠENJA

3. zadatak Ukupno 10 bodova

a) $$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1-0{,}91^2}} = 60{,}30\ s$$ **2b**

$$x' = \frac{x - v_1 \cdot t}{\sqrt{1-0{,}91^2}} = -1{,}64 \cdot 10^{10}\ m$$ **2b**

b) $$0{,}91c \cdot (25 + t_x) = 0{,}98ct_x$$
$$t_x = 325\ s$$ **2b**

$$x = 0{,}98c \cdot 325 = 9{,}555 \cdot 10^{10}\ m$$ **2b**

c) 1. način:

$$\Delta t' = (325 + 25) \cdot \sqrt{1-0{,}91^2} = 145{,}1\ s$$ **2b**

ili

2. način:

$$t' = \frac{t - \frac{v_1 x}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v_1^2}{c^2}}} = \frac{350 - \frac{0{,}91c \cdot 0{,}98 \cdot c \cdot 325}{c^2}}{\sqrt{1-0{,}91^2}} = 145{,}1\ s$$

$t = 350\ s$

$x = 325 \cdot v_2$

4. zadatak Ukupno 8 bodova

$$W_{\text{RELATIVISTIČKI}} = \Delta E_k = \frac{m \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - m \cdot c^2 - \left(\frac{m \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} - m \cdot c^2 \right) = 0{,}20 \cdot m \cdot c^2 =$$ **2b**

$$= 10{,}2\ MeV$$ **2b**

$$W_{\text{KLASIČNO}} = \Delta E_k = \frac{m \cdot v_2^2}{2} - \frac{m \cdot v_1^2}{2} = 0{,}135\ mc^2$$ **2b**

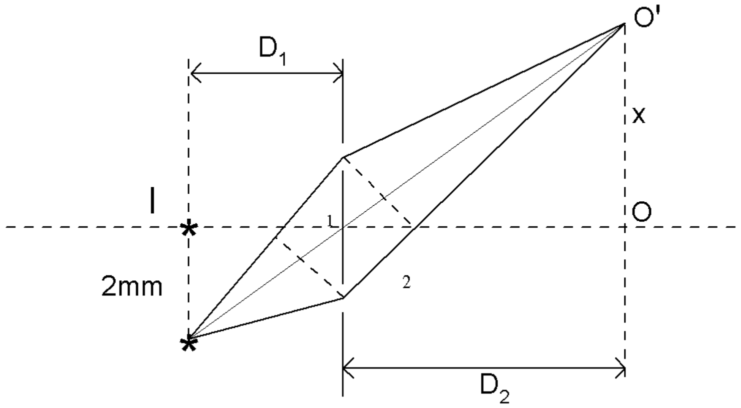
$$\frac{W_R}{W_K} = \frac{0{,}20}{0{,}135} = 1{,}48$$ **2b**

Općinsko natjecanje iz fizike 2003. 4. skupina – RJEŠENJA

5. zadatak Ukupno 12 bodova

a) $s = \frac{\lambda \cdot D_2}{d} = \frac{0,55 \cdot 1,1 \cdot 10^{-6}}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 0,242\ mm$ **1b**

b)



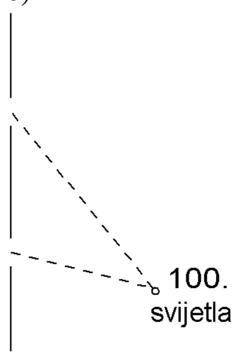
$\delta_1 + \delta_2 = O$

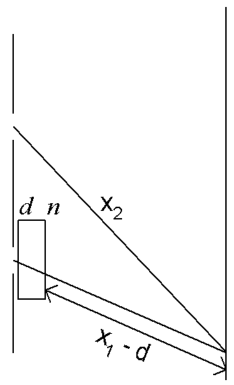
$x = \overline{OO'}$ **2b**

AKO IZVOR SPUSTIMO ZA 2 mm, CENTRALNA PRUGA ĆE SE

PODIĆI ZA: $\frac{x}{D_2} = \frac{2\ mm}{D_1} = \quad \Rightarrow \quad x = 4\ mm$ **2b**

c)





1b

Bez stakla $\delta = x_2 - x_1 = 100\lambda$

Ako staklo stavimo na donju pukotinu, centralna se spusti i obratno

2b

$\delta = O = x_2 - (x_1 - d + nd)$ **2b**

$x_2 - x_1 + d - nd = O$

$n = \frac{x_2 - x_1 + d}{d} = \frac{100\lambda}{d} + 1$

$n = 1,55$ **2b**