

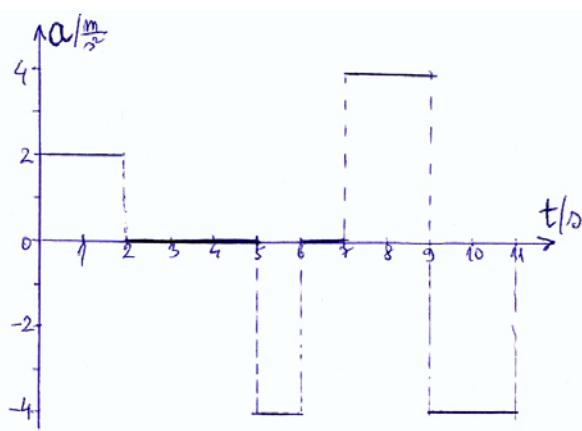
ŽUPANIJA POŽEŠKO-SLAVONSKA
20. veljače 2004.g.

OPĆINSKO (GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE - SŠ

I. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Iz zadanog a-t dijagrama gibanja tijela nacrtaj v-t i s-t dijagrame gibanja ako su početni uvjeti gibanja . $t = 0$, $s_0 = 0$ i $v_0 = 0$. U $t = 10$ s koliki su a) brzina tijela , b) prijeđeni put tijela ?



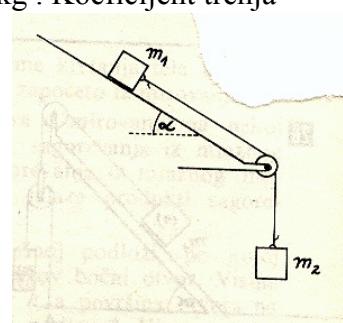
2. zadatak (10 bodova)

S krova zgrade visoke 16 m u jednakim vremenskim intervalima odvajaju se kapi vode . Prva kap udara o zemlju u trenutku kad se peta kap odvaja od krova . Nađi razmake između kapi u tom trenutku .

3. zadatak (10 bodova)

U sustavu prikazanom na slici mase tijela su $m_1 = 10 \text{ kg}$ i $m_2 = 5 \text{ kg}$. Koeficijent trenja između tijela mase m_1 i podloge je $\mu = 0,2$ dok je označeni kut $\alpha = 30^\circ$.

a) Koliko je ubrzanje sustava ? b) Kolika je sila napetosti užeta ?



4. zadatak (10 bodova)

Tijelo mase 990 g leži na vodoravnoj površini . U tijelo ulijeće zrno mase 10 g i zaustavlja se u njemu . Brzina zrna je usmjerena vodoravno i iznosi 700 m/s . Koliki put prijeđe tijelo do zaustavljanja ako je koeficijent trenja između tijela i podloge $\mu = 0,05$?

Napomena : Izračunavanja vršiti s $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

RJEŠENJA
OBLINSKO NATjecanje iz FIZIKE - 55., 2004.g.

1. GRUPA

1)

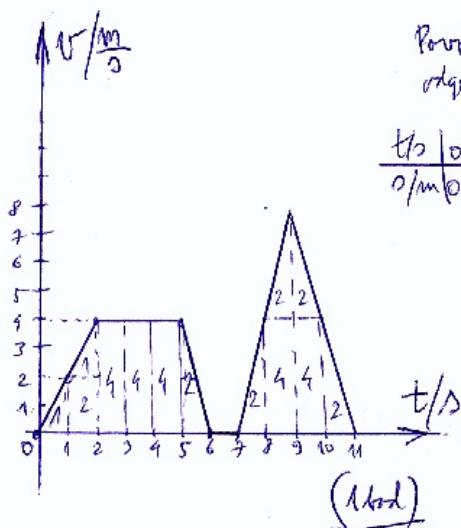
$$\begin{aligned} t &= 0 \\ s_0 &= 0 \\ v_0 &= 0 \\ a-t &\Rightarrow \begin{cases} v = t \\ s = \frac{t^2}{2} \end{cases} \text{ dijagram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v(10s) &=? \\ s(10s) &=? \end{aligned}$$

Površina ispod grafika u $a-t$ dijagramu odgovara pravim brzine pa zato vrijedi:

t/s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
s/m	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22

(3 točke)



u $v-t$ odstavci su
dijagrama očitati se:

$$v(10s) = 4 \frac{m}{s}$$

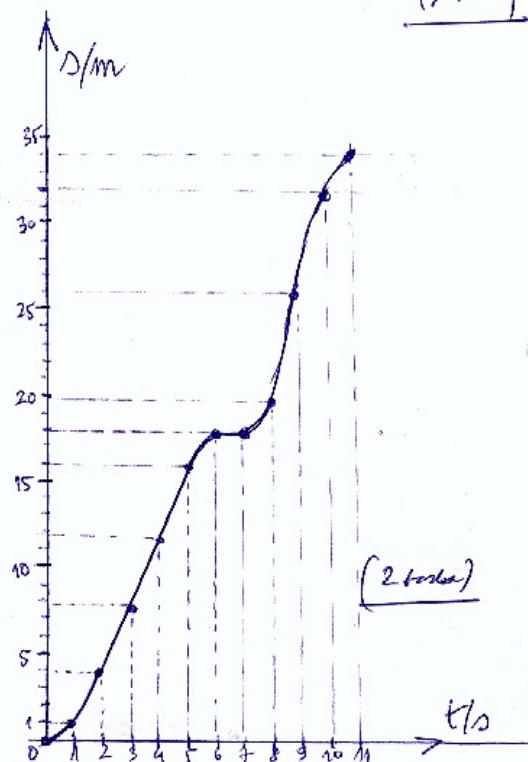
$$s(10s) = 32 \text{ m}$$

(1 točka)

Površina ispod grafika u $v-t$ dijagramu odgovara prstenom putem pa zato vrijedi:

t/s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
s/m	0	1	4	18	42	76	110	144	178	212	246	280

(3 točke)



$$2) h = 16 \text{ m} \equiv s_1$$

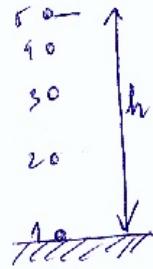
$$\Delta s_{1,2} = ?$$

$$\Delta s_{2,3} = ?$$

$$\Delta s_{3,4} = ?$$

$$\Delta s_{4,5} = ?$$

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



$$s_1 = \frac{g}{2} t_1^2 \quad (1)$$

$$s_2 = \frac{g}{2} (t_1 - \Delta t)^2 \quad (2)$$

$$s_3 = \frac{g}{2} (t_1 - 2\Delta t)^2 \quad (3)$$

$$s_4 = \frac{g}{2} (t_1 - 3\Delta t)^2 \quad (4)$$

$$s_5 = \frac{g}{2} (t_1 - 4\Delta t)^2 \quad (5)$$

(2 brada)

$$\text{zr (1) je } t_1 = \sqrt{\frac{2s_1}{g}} = 1,806 \text{ s} \quad (1 \text{ brad})$$

zr ujednačenje zadatka dođe $s_5 = 0$, pa je $t_1 - 4\Delta t = 0$.

$$\Delta t = \frac{t_1}{4} = 0,452 \text{ s} \quad (1 \text{ brad})$$

$$\text{zr (1) do (5) dođe: } s_1 = 16 \text{ m}, s_2 = 9 \text{ m}, s_3 = 6 \text{ m}, \\ s_4 = 1 \text{ m}, s_5 = 0 \text{ m.} \quad (4 \text{ brada})$$

Zato je:

$$\Delta s_{1,2} = s_1 - s_2 = (16-9) \text{ m} = 7 \text{ m}$$

$$\Delta s_{2,3} = s_2 - s_3 = (9-6) \text{ m} = 3 \text{ m}$$

$$\Delta s_{3,4} = s_3 - s_4 = (6-1) \text{ m} = 5 \text{ m}$$

$$\Delta s_{4,5} = s_4 - s_5 = (1-0) \text{ m} = 1 \text{ m}.$$

(2 brada)

Napomena:
Ako vremena za se istovremi pusti kod jednolikog
slobodnog padanja odnose:

$$\Delta s_1 : \Delta s_2 : \Delta s_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$$

može se to zakonistiti!

$$3) m_1 = 10 \text{ kg}$$

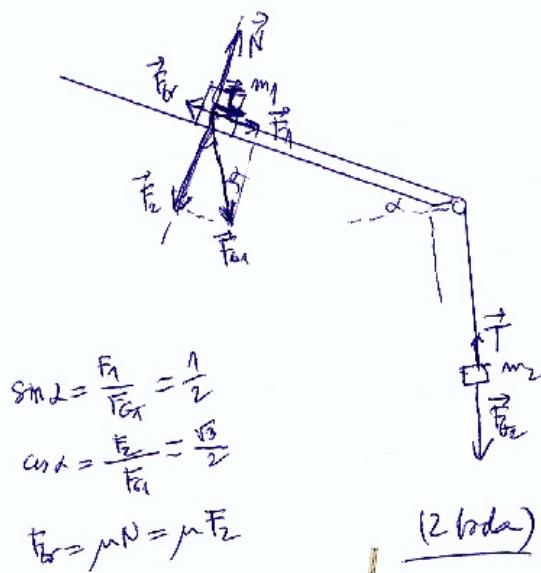
$$m_2 = 5 \text{ kg}$$

$$\mu = 0,2$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = ?$$

$$T = ?$$



$$\sin \alpha = \frac{F_1}{F_{G1}} = \frac{1}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{F_2}{F_{G1}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$f_1 = \mu N = \mu F_2$$

(2 Gleich)

$$\text{zu 1. Gleich: } m_1 a = F_1 - T - f_1$$

$$m_1 a = m_1 g \sin \alpha + T - \mu m_1 g \cos \alpha \quad (1)$$

$$\text{zu 2. Gleich: } m_2 a = m_2 g - T \quad (1 \text{ Gleich}) \quad (2)$$

Zusammen (1) + (2) ergibt:

$$(m_1 + m_2) a = m_1 g \sin \alpha - \mu m_1 g \cos \alpha + m_2 g$$

$$a = \frac{m_1 g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) + m_2 g}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{10 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0,5 - 0,2 \cdot 0,866) + 5 \cdot 9,81 \text{ N}}{15 \text{ kg}}$$

$$a = \frac{32,06 + 49,05 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{15} = \underline{\underline{5,41 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \quad (4 \text{ Gleich})$$

$$\text{zu (2) ergibt: } T = m_2 (g - a) = 5 \text{ kg} (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 5,41 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$\underline{\underline{T = 22 \text{ N}}} \quad (2 \text{ Gleich})$$

4)

$$\frac{1 \text{ tijelo}}{2 \text{ tijela}}$$

$$m_1 = 990 \text{ g}$$

$$m_2 = 10 \text{ g}$$

$$v_1 = 0$$

$$v_2 = 700 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$(N_{12} = ?)$$

$$s = ?$$

$$\mu = 0,05$$



Po zakonu očuvanja količine gibanja i
zakonu utjelišća:

$$p'_1 + p''_1 = p_2 + p'_2$$

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_m$$

$$v_m = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{10 \text{ g} \cdot 700 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{100 \text{ g} + 10 \text{ g}} = \frac{7000 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{110 \text{ g}}$$

(3 bodova)

$$\underline{\underline{v_{12} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

(1 bod)

Budući da $v_m = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ je prvič brzina kod jednolike raspoređenog gibanja
do zastavljanja i da djeleževanje sile trenja je $N_{12} = v_0 = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



$$F = -F_f$$

$$f = -\mu mg$$

$$a = -\mu g$$

(2 bodova)

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2as}$$

(2 bodova)

$$0 = v_0^2 + 2as$$

$$s = \frac{-v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \frac{49 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 0,05 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 49,95 \text{ m} \approx \underline{\underline{50 \text{ m}}}$$

(2 bodova)

ŽUPANIJA POŽEŠKO-SLAVONSKA
20. veljače 2004.

OPĆINSKO (GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE _ SŠ

II. grupa

Dani su isti zadaci kao na općinskom natjecanju 2002. godine u dalmatinskoj regiji .

OPĆINSKO (GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE

22.veljače 2002

DRUGA GRUPA

1. zadatak

Željezna kuglica promjera 2 cm zagrijana je do 413 K i stavljena na led temperature 266 K. Na koju će dubinu kuglica upasti u led?

Specifični toplinski kapacitet željeza $c_{Fe} = 475 \text{ J/kgK}$, gustoća željeza $\rho_{Fe} = 7.9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, specifična toplina taljenja leda $\lambda = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$, specifični toplinski kapacitet leda $c_L = 2,1 \cdot 10^3 \text{ J/kgK}$, gustoća leda $\rho_L = 0,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. (Volumen kugle $V = 4/3r^3\pi$)

(10 bodova)

2. zadatak

Tlak u evakuiranoj zatvorenoj posudi volumena 2 litre iznosi $0,133 \text{ Pa}$, a vanjski tlak je $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Temperatura je 27°C .

Na posudi je rupica 10^{-10} cm^2 . Pretpostavlja se da svaka molekula koja dođe do površine rupice, prođe kroz nju.

- a) Koliko molekula zraka uđe u posudu u jednom satu?
- b) Za koliko će narasti tlak u posudi u jednom satu?
- c) Pokažite da se broj molekula, koje izađu kroz rupicu u jednom satu, može zanemariti kod proračuna promjene tlaka.

Srednja molarna masa zraka $M = 29 \text{ grmol}^{-1}$, $R = 8,314 \text{ J/molK}$, $N_a = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

(12 bodova)

3. zadatak

Na vrhovima ABCD kvadrata stranice 10 cm, nalaze se redom smješteni naboji: $+1/3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, $+2/3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, $+2/3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, $-1/3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.

- a) Nadji grafički i računski jakost i smjer električnog polja u središtu kvadrata ako se naboji nalaze u zraku. Smjer odredi s obzirom na dužinu OD.
- b) Nadji električni potencijal u središtu kvadrata.
 $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2}$.

9 bodova

4. zadatak

Kugla polumjera R_1 nabijena nabojem Q_1 okružena je metalnom mrežom polumjera R_2 nabijenom nabojem Q_2 . Pozitivni naboj Q poleti s kugle početnom brzinom $v_0 = 0$, proleti kroz mrežu i udalji se u beskonačnost.

- a) Nadite brzinu tog naboja na udaljenosti r od kugle.
- b) Kolika je ta brzina ako je r vrlo velik?

Omjer Q/m je poznat.

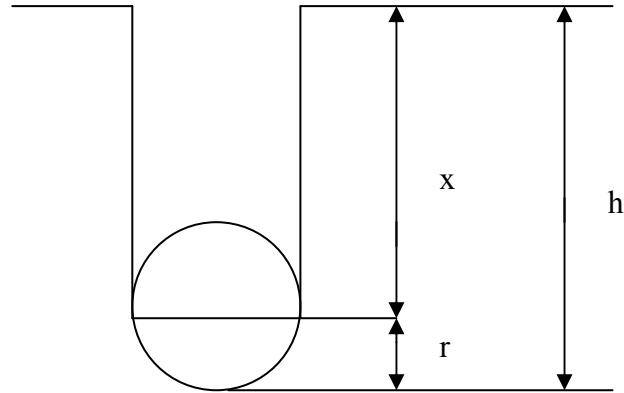
9 bodova

RJEŠENJA II grupa

22.veljače 2002.

1. zadatak

$$\begin{aligned}2r &= 2 \text{ cm} \\T_1 &= 413 \text{ K} \\T_2 &= 266 \text{ K} \\c_{\text{Fe}} &= 475 \text{ J/kgK} \\p_{\text{Fe}} &= 7.9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \\\lambda &= 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg} \\c_L &= 2,1 \cdot 10^3 \text{ J/kgK} \\p_L &= 0,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$



$$h = ?$$

$$h = x + r \quad (2)$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$Q_1 = m_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}} \cdot (T_1 - T_2) \quad Q_2 = m_L \cdot c_L \cdot (T_0 - T_2) + m_L \cdot \lambda \quad (2)$$

$$m_{\text{Fe}} = p_{\text{Fe}} \cdot V_k = p_{\text{Fe}} \cdot 4/3r^3\pi \quad m_L = p_L \cdot V_L \quad V_L = r^2\pi \cdot x + 2/3r^3\pi \quad (2)$$

Iz gornjih jednačbi slijedi:

$$V_L = \frac{p_{\text{Fe}} \cdot 4/3r^3\pi \cdot c_{\text{Fe}} \cdot (T_1 - T_2)}{p_L \cdot [c_L \cdot (T_0 - T_2) + \lambda]}$$

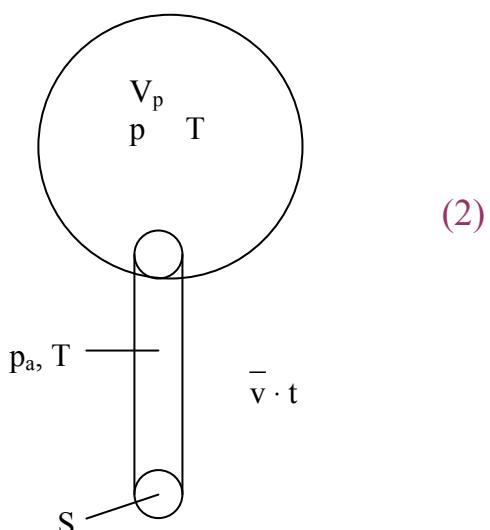
$$V_L = 7,36 \text{ cm}^3 \quad (2)$$

$$x = \frac{V_L - 2/3r^3\pi}{r^2\pi} \quad x = 1,67 \text{ cm} \quad h = x + r = 2,67 \text{ cm} \quad (2)$$

svega: 10 bodova

2. zadatak

$$\begin{aligned}
 V_p &= 2 \text{ l} \\
 p &= 0,133 \text{ Pa} \\
 p_a &= 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\
 \tau &= 27^\circ\text{C} \quad T = 300 \text{ K} \\
 S &= 10^{-10} \text{ cm}^2 \\
 t &= 1 \text{ h} \\
 M &= 29 \text{ grmol}^{-1} \\
 R &= 8,314 \text{ J/molK} \\
 N_a &= 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}
 \end{aligned}$$



- a) $N_1' = ?$
- b) $\Delta p = ?$
- c) $\Delta p_2/\Delta p_1 = ?$

a)

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{M}}$$

$$\bar{v} = 508 \text{ m/s}$$

(1)

$$p_a \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$n = \frac{N_1}{N_a}$$

$$V = S \cdot \bar{v} \cdot t$$

(2)

$$N_1 = \frac{p_a \cdot S \cdot \bar{v} \cdot t \cdot N_a}{R \cdot T}$$

$$N_1' = \frac{1}{6} N_1$$

$$\underline{N_1' = 7,46 \cdot 10^{16}}$$

(2)

b)

$$V_p \cdot \Delta p = \frac{N_1'}{N_a} \cdot R \cdot T$$

$$\Delta p = \frac{N_1' \cdot R \cdot T}{N_a \cdot V_p}$$

$$\underline{\Delta p = 0,154 \text{ Pa}}$$

(2)

c) Broj molekula koje izlaze iz posude:

$$N_2' = \frac{1}{6} \cdot \frac{p \cdot V \cdot N_a}{R \cdot T} = \frac{p \cdot S \cdot \bar{v} \cdot t \cdot N_a}{6 \cdot R \cdot T}$$

(1)

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \frac{N_2'}{N_1'} = 1,3 \cdot 10^{-6} \ll 1$$

$$\underline{\Delta p_2 \ll \Delta p_1}$$

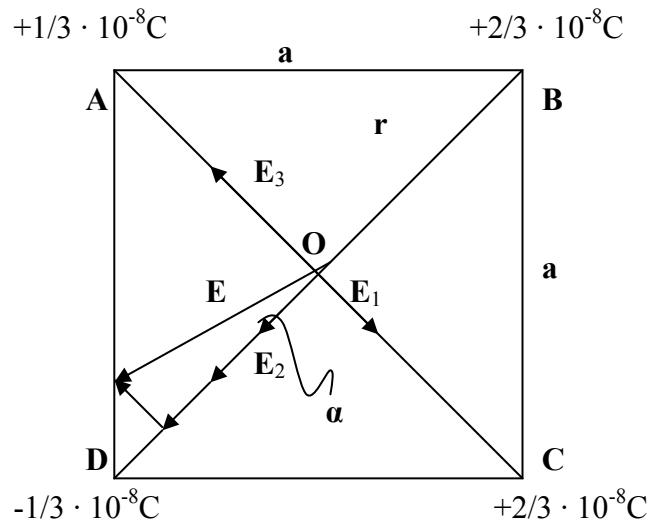
(2)

svega: 12 bodova

3. zadatak

$a = 10 \text{ cm}$
 $Q_1 = +1/3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
 $Q_2 = Q_3 = +2/3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
 $Q_4 = -1/3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
 $k_o = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2}$

- a) $E = ?$
 $\alpha = ?$
 b) $\varphi = ?$



(2)

a) $|E_1| = |E_4| = k_o \frac{Q_1}{r^2} = 6000 \text{ V/m}$ $r = \frac{a\sqrt{2}}{2}$

$|E_2| = |E_3| = k_o \frac{Q_2}{r^2} = 12000 \text{ V/m}$ (2)

$E = \sqrt{(E_3 - E_1)^2 + (E_2 + E_4)^2}$ $E = 18960 \text{ V/m}$ (2)

$\tan \alpha = \frac{E_3 - E_1}{E_2 + E_4} = 0,33$ $\alpha = 18^\circ 26'$ (1)

b)

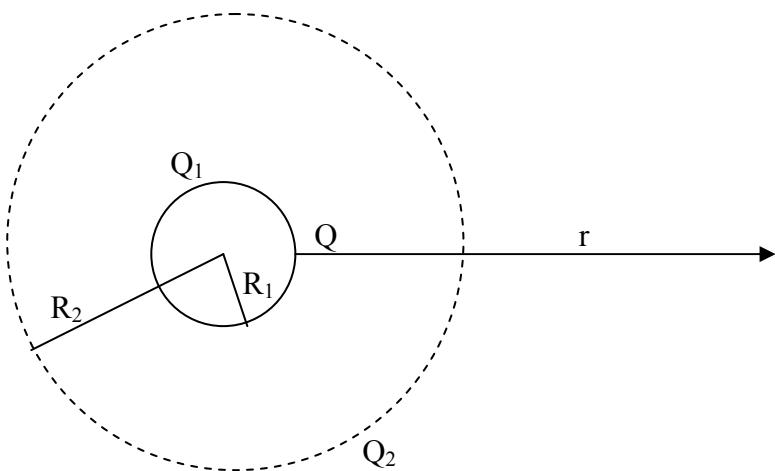
$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4$

$\varphi = k_o \frac{Q_1}{r} + k_o \frac{Q_2}{r} + k_o \frac{Q_3}{r} + k_o \frac{Q_4}{r}$ $r = \frac{a\sqrt{2}}{2}$ $\varphi = 1692 \text{ V}$ (2)

svega: 9 bodova

4. zadatak

R_1
 Q_1
 R_2
 Q_2
 Q
 m
 $\underline{v = ?}$



a) Prema zakonu o sačuvanju energije,
Tik uz mrežu vrijedi: $E_{k1} + k_o \frac{Q_1 \cdot Q}{R_2} = k_o \frac{Q_1 \cdot Q}{R_1}$ (2)

Nakon prolaza kroz mrežu: $E_{p2} = k_o \frac{Q \cdot (Q_1 + Q_2)}{R_2}$ (1)

Na udaljenosti r vrijedi: $E_{k1} + E_{p2} = E_k + E_p$ (2)

$$k_o \frac{Q_1 \cdot Q}{R_1} - k_o \frac{Q_1 \cdot Q}{R_2} + k_o \frac{Q \cdot (Q_1 + Q_2)}{R_2} = \frac{m \cdot v^2}{2} + k_o \frac{Q \cdot (Q_1 + Q_2)}{r}$$

slijedi: $v = \sqrt{\frac{Q}{2k_o} \left[\frac{Q_1}{R_1} + \frac{Q_2}{R_2} - \frac{Q_1 + Q_2}{r} \right]}$ (2)

b)
 $r \rightarrow \infty$
 $E_p = 0$

$$v = \sqrt{\frac{Q}{2k_o} \left[\frac{Q_1}{R_1} + \frac{Q_2}{R_2} \right]} \quad (2)$$

svega: 9 bodova

POŽEŠKO-SLAVONSKA ŽUPANIJA
20. veljače 2004.

OPĆINSKO (GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – SŠ

III. grupa

1. zadatak (10 bodova)

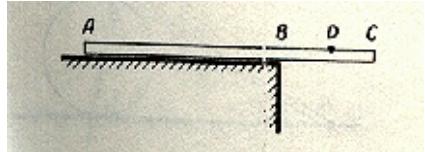
Na laganoj opruzi titra uteg s periodom $0,5\text{ s}$. Ako dodamo opruzi još jedan drugi uteg bude period titranja opruge i utega $0,6\text{ s}$. Za koliko (centimetara) se rastegne opruga kad dodamo drugi uteg ?

2. zadatak (10 bodova)

Kroz neidealnu prigušnicu (zavojnicu) , induktiviteta L i omskog otpora R , priključenu na izmjenični napon efektivne vrijednosti 20 V i frekvencije 50 Hz , teče efektivna struja od 3 A . Kad prigušnicu , zatim , povežemo serijski s otpornikom $R_0 = 5\Omega$ i priključimo na isti napon teće efektivna struja od 2 A . Koliki je induktivitet prigušnice , a koliki njezin omski otpor ?

3. zadatak (10 bodova)

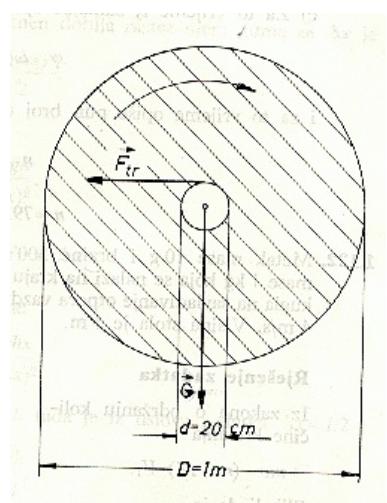
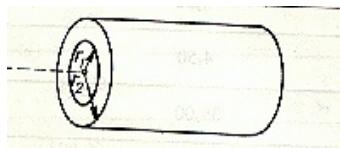
Homogena greda , dužine $l = AC = 12\text{ m}$ i mase $m = 150\text{ kg}$ postavljena je na prepust (vidi sliku !) . Dužina grede nad prepustom je $BC = 1/3$. Od točke B do točke C krene čovjek mase $m_1 = 80\text{ kg}$. Kolika je najveća udaljenost točke D (od točke B) u kojoj se nalazi čovjek pri kojoj greda s čovjekom neće pasti niz prepust ?



4. zadatak (10 bodova)

Zamašnjak mase 1000 kg prikazan je na crtežu . Taj se zamašnjak zavrati frekvencijom od 10 okr/s . Po prestanku rada motora zamašnjak se počne zaustavljati pod utjecajem konstantne sile trenja čiji je faktor trenja $0,2$. Odredi : a) Moment tromosti zamašnjaka , b) kutno usporenje , c) ukupni broj okreta prije zaustavljanja , i d) vrijeme za koje će se zamašnjak zaustaviti .

Napomena . Moment tromosti valjka sa debelom stjenkom se računa : $I = m (r_1^2 + r_2^2) / 2$.



RJEŠENJA

OBČINSKO NATjecanje iz fizike - 53., 2004. g.

3. GRUPA

$$\begin{aligned} m_1 &\rightarrow T_1 = 0,5 \text{ s} \\ m_1+m_2 &\rightarrow T_2 = 0,6 \text{ s} \\ \hline \Delta x &=? \end{aligned}$$

Prirodni harmoničkički titrajevi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}}, \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1+m_2}{k}}$$

Uvjet ravnotežnog titraja je opisao:

$$\begin{aligned} F_g = F_d \\ mg = kx \rightarrow x = \frac{mg}{k} \end{aligned}$$

- prirodnog titraja: $x_1 = \frac{m_1 g}{k}$
- prirodnog titraja: $x_2 = \frac{(m_1+m_2)g}{k}$

$$\begin{aligned} \Delta x = x_2 - x_1 &=? \\ \frac{m_1 g}{k} = \left(\frac{T_1}{2\pi}\right)^2 & \quad \left. \begin{array}{l} \text{iz uvjeta za} \\ T_1 \text{ i } T_2 \end{array} \right\} \\ \frac{m_1+m_2}{k} = \left(\frac{T_2}{2\pi}\right)^2 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{m_1 g}{k} &= \left(\frac{T_1}{2\pi}\right)^2 g \\ \frac{(m_1+m_2)g}{k} &= \left(\frac{T_2}{2\pi}\right)^2 g \end{aligned}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{(m_1+m_2)}{k} g - \frac{m_1 g}{k} = \frac{g}{4\pi^2} (T_2^2 - T_1^2)$$

$$\Delta x = \frac{9,81 \frac{m}{s^2}}{39,478} (0,36^2 - 0,25^2) = \underline{0,02933 \text{ m}}$$

$$\underline{\underline{\Delta x = 2,7 \text{ cm}}}$$

$$2) \quad U = 20 \text{ V}$$

$$V = 50 \text{ Hz}$$

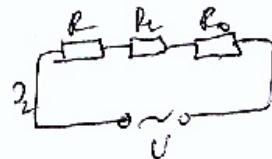
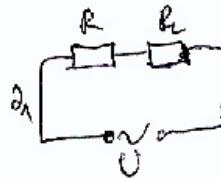
$$I_1 = 3 \text{ A}$$

$$R_o = 5 \Omega$$

$$I_2 = 2 \text{ A}$$

$$L = ?$$

$$R = ?$$



Impedanzen:

$$\rightarrow \text{in parallel Schaltung: } Z_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{20 \text{ V}}{3 \text{ A}} = \underline{\underline{6,66 \Omega}}$$

$$\rightarrow \text{in der Parallelschaltung: } Z_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{20 \text{ V}}{2 \text{ A}} = \underline{\underline{10 \Omega}}$$

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$$

$$Z_2 = \sqrt{(R+R_o)^2 + (L\omega)^2}$$

$$Z_2^2 - Z_1^2 = (R+R_o)^2 + (L\omega)^2 - R^2 - (L\omega)^2 = R^2 + 2RR_o + R_o^2 - R^2$$

$$Z_2^2 - Z_1^2 - R_o^2 = 2RR_o \quad | : 2R_o$$

$$R = \frac{Z_2^2 - Z_1^2 - R_o^2}{2R_o} = \frac{100 \Omega^2 - 44,4 \Omega^2 - 25 \Omega^2}{10 \Omega}$$

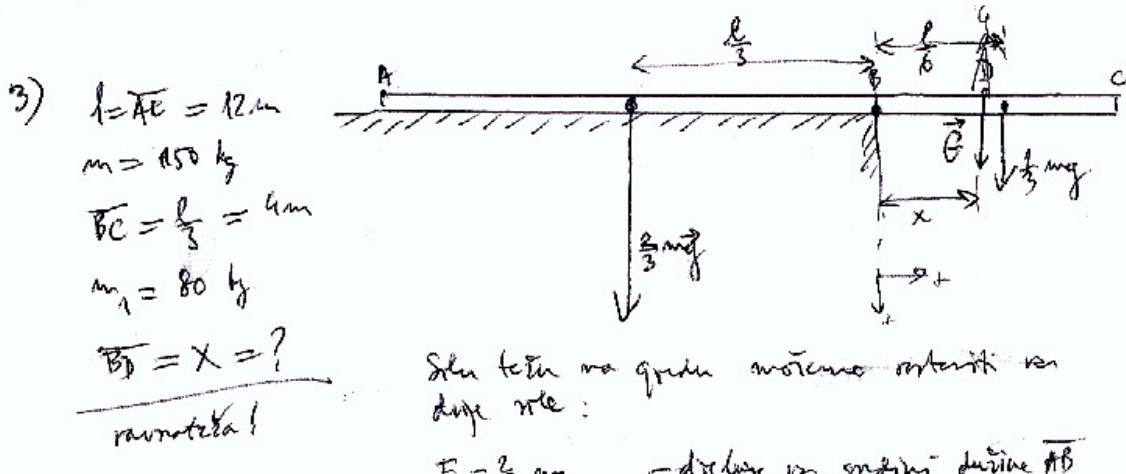
$$\underline{\underline{R = 3,06 \Omega}}$$

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \quad |^2$$

$$(L\omega)^2 = Z_1^2 - R^2$$

$$L = \sqrt{\frac{Z_1^2 - R^2}{\omega^2}} = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z_1^2 - R^2} = \frac{1}{314,16} \sqrt{44,4 \Omega^2 - 9,36 \Omega^2}$$

$$\underline{\underline{L = 0,0188 \text{ H} \approx 0,019 \text{ H}}}$$



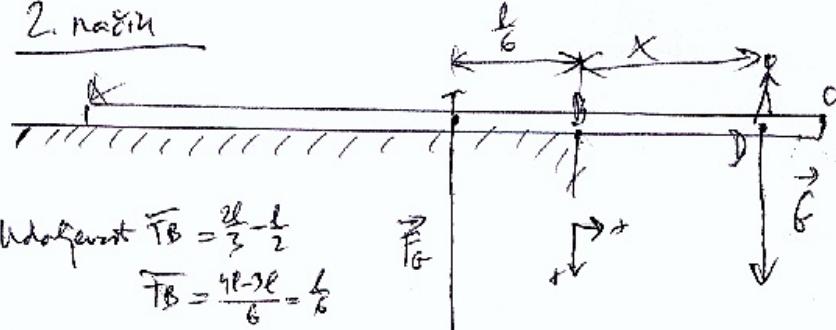
$$\sum \vec{M}_i = 0 \quad \Rightarrow \text{dann ist } \overline{BD} :$$

$$-\frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} mg + x \cdot m_1 g + \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{3} mg = 0 \quad | : mg$$

$$x = \frac{2lm}{9m_1} - \frac{lm}{18m_1} = \frac{4lm - lm}{18m_1} = \frac{3lm}{18m_1} = \frac{lm}{6m_1}$$

$$x = \frac{12 \text{ m} \cdot 150 \text{ kg}}{6 \cdot 80 \text{ kg}} = \underline{\underline{3,75 \text{ m}}}$$

2. nach:

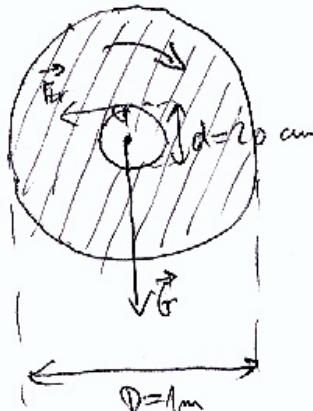


$$\sum \vec{M}_i = 0, \text{ dann ist } \overline{BD} :$$

$$-\frac{l}{6} mg + x \cdot m_1 g = 0 \quad \Rightarrow x = \frac{lm}{6m_1} = \frac{12 \text{ m} \cdot 150 \text{ kg}}{6 \cdot 80 \text{ kg}} = \underline{\underline{3,75 \text{ m}}}$$

4) $m = 1000 \text{ kg}$
 $v_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $\omega = 0$
 $\mu = 0,2$

- a) $\alpha = ?$
 b) $\omega = ?$
 c) $N = ?$
 d) $t = ?$



$$R = \frac{D}{2} = 0,5 \text{ m}$$

$$r = \frac{d}{2} = 0,10 \text{ m}$$

a) $I = ?$ Nævndes: $I = \frac{m}{2} (R^2 + r^2)$

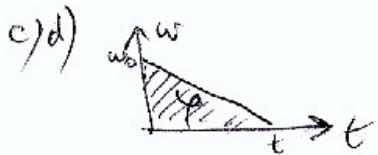
$$I = \frac{m}{2} (R^2 + r^2) = \frac{1000 \text{ kg}}{2} (0,25 \text{ m}^2 + 0,01 \text{ m}^2) = 130 \frac{\text{kg m}^2}{}$$

b) $M = I \alpha$

$$M = F_{\text{fr}} \cdot r = \mu mg r$$

$$\alpha = \frac{\mu mg r}{I} = \frac{-0,2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,10 \text{ m}}{130 \frac{\text{kg m}^2}{}} = -1,509 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\underline{\alpha = -1,509 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}}$$



$$\begin{aligned} \varphi &= N \cdot 2\pi \\ t &= \frac{\omega_0 t}{2} \end{aligned}$$

$$N = \frac{\omega_0 t}{2 \cdot 2\pi} = \frac{\pi \omega_0 t}{4}$$

$$N = \frac{10 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 91,62 \frac{\text{s}}{\text{t}}}{2} = 208,1$$

$$\underline{\underline{N = 208}}$$

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$t = \frac{-\omega_0}{\alpha} = \frac{-10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{-1,509 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}}$$

$$t = \frac{-2,314 \cdot 10^{-5}}{-1,509} \text{ s}$$

$$\underline{\underline{t = 91,62 \text{ s}}}$$

OPĆINSKO (GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE - SREDNJA ŠKOLA

20. veljače 2004. god.

4. GRUPA

Zadatak 1 (10 bodova)

Odredite energiju mirovanja, masu i prirast mase elektrona, brzinu i količinu gibanja elektrona kinetičke energije $4,1 \text{ MeV}$. Kolika bi bila brzina kad ne bismo uzeli u obzir relativistički efekt? Komentirajte dobiveni rezultat! Kolika je relativna promjena mase elektrona, u postocima, zbog relativističkog efekta? Masa mirovanja elektrona je $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Zadatak 2 (10 bodova)

Za predmet postavljen na optičku os pred sfernim konkavnim zrcalom na određenoj udaljenosti od zrcala, veličina slike je dvostruko manja od veličine predmeta. Kada se taj predmet pomakne za 5 cm duž optičke osi, veličina njegove slike postaje četiri puta manja od veličine predmeta. Odredite žarišnu duljinu ovog konkavnog zrcala! Skicirajte karakteristične zrake u oba slučaja!

Zadatak 3 (10 bodova)

Tanka konvergentna leća žarišne duljine 10 cm razrezana je na dvije polovice; one su međusobno razmaknute za 0,5 mm. Isred leće, na udaljenosti od 15 cm nalazi se izvor svjetlosti valne duljine 500 nm. Iza leće, na udaljenosti 60 cm je zastor, okomito na os leće:

- Koliko se interferentnih pruga dobije na zastoru?
- Na koju udaljenost od leće treba staviti zastor da bi se na njemu dobilo 35 svijetlih pruga?

Zadatak 4 (10 bodova)

Snop svjetlosti valne duljine 500 nm pada na optičku rešetku. Leća, postavljena neposredno iza optičke rešetke, projicira ogibnu sliku na zastoru koji je jadan metar udaljen od leće. Udaljenost između dva maksimuma prvog reda, dobivena na zastoru, je 20,2 cm. Odredite: a) konstantu rešetke, b) ukupan broj maksimuma, c) maksimalni kut otklona zraka koji odgovara posljednjem maksimumu. Skicirajte!

Rješenja zadataka

1) $E_k = 6,1 \text{ MeV} = 6,56 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

$E_0, m, \Delta m, v, p, \Delta m(\%)$

a) energija mirovanja: $E_0 = mc^2 = 8,99 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 8,99 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

$E_k > E_0$ (treba primijeniti relativnost
izravnice) $\boxed{E_0 = 8,99 \cdot 10^{-13} \text{ J}} \quad (1)$

b) $E = E_0 + E_k \rightarrow mc^2 = mc^2 + \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow m = \frac{E_0 + E_k}{c^2}$

$$m = \frac{8,99 \cdot 10^{-13} \text{ J} + 6,56 \cdot 10^{-13} \text{ J}}{\left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 8,99 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

$\boxed{m = 8,99 \cdot 10^{-30} \text{ kg} \approx 9 \text{ fm}} \quad (1)$

c) $\Delta E = \Delta m c^2 \rightarrow \Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{6,56 \cdot 10^{-13} \text{ J}}{\left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 7,288 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$

$\boxed{\Delta m = 7,29 \cdot 10^{-30} \text{ kg}} \quad (1)$

d) $E_k = E - E_0 = mc^2 - mc^2 = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2$

$$E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) = E_0 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \rightarrow \frac{E_k}{E_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{E_k}{E_0} + 1 = \frac{E_k + E_0}{E_0} \rightarrow \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{E_0}{E_k + E_0} \quad |^2 \rightarrow$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{E_0^2}{(E_k + E_0)^2} \rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{E_0^2}{(E_k + E_0)^2} = \frac{(E_k + E_0)^2 - E_0^2}{(E_k + E_0)^2} \rightarrow$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{\bar{E}_k^2 + 2\bar{E}_k E_0 + \bar{E}_0^2 - \bar{E}_0^2}{(\bar{E}_k + \bar{E}_0)^2} \rightarrow v^2 c^2 < \frac{\bar{E}_k (2\bar{E}_0 + \bar{E}_k)}{(\bar{E}_k + \bar{E}_0)^2}$$

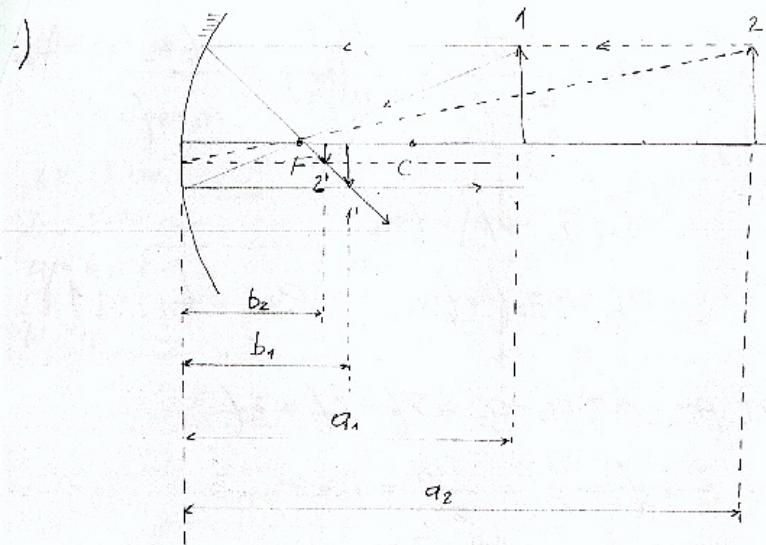
$$v = c \frac{\sqrt{\bar{E}_k (2\bar{E}_0 + \bar{E}_k)}}{\bar{E}_k + \bar{E}_0} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \frac{\sqrt{6,56 \cdot 10^{13} (2 \cdot 6,56 \cdot 10^{-13} + 6,56 \cdot 10^{-13})}}{6,56 \cdot 10^{-13} + 6,56 \cdot 10^{-13}}$$

$$v = 0,994 c = 2,98 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \boxed{v = 2,98 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad (4)$$

$$) E = \frac{m_0 v^2}{2} \rightarrow 2E = m_0 v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m_0}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,56 \cdot 10^{-13} \text{J}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}}} \\ \boxed{v = 1,2 \cdot 10^9 \frac{\text{m}}{\text{s}} > c} \quad (1)$$

Ako ne uzmemo u obzir relativistički efekt za čvršću elektronu dobijamo $1,2 \cdot 10^9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, što je veće od brzine svjetlosti. Razum
je da se ne može postići ni elektroni ni bilo koji drugi rezultat (1).
To je gornja granica za brzinu bilo koje materijalne vrstice.
Gornja granica za brzinu klijem se može prenositi energije ili
informacije u fizičkom prostoru.

$$) \Delta m(\%) = \left(\frac{(m - m_0)}{m} \cdot 100 \right)\% = \left(\frac{8,19 \cdot 10^{-30} \text{kg} - 9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}}{8,19 \cdot 10^{-30} \text{kg}} \cdot 100 \right)\% \\ \boxed{\Delta m(\%) = 88,9\%} \quad (1)$$



(2)

- produsul se mărește în polarizaj 1:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

$$m_1 = \frac{\gamma'_1}{\gamma_1} = \frac{b_1}{a_1} = \frac{1}{2} \quad (1)$$

- produsul se mărește în polarizaj 2

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f} \quad (3)$$

$$m_2 = \frac{\gamma'_2}{\gamma_2} = \frac{b_2}{a_2} = \frac{1}{4} \quad (4) \quad (1)$$

$$1+ (1) \rightarrow \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_1} \rightarrow \frac{1}{a_1} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{b_1} = \frac{b_1 - f}{fb_1} \rightarrow a_1 = \frac{fb_1}{b_1 - f}$$

$$1+ (2) \rightarrow b_1 = \frac{a_1}{2}$$

$$1+ (1) : (2) \rightarrow a_1 = \frac{f \frac{a_1}{2}}{\frac{a_1}{2} - f} = \frac{\frac{fa_1}{2}}{\frac{a_1 - 2f}{2}} = \frac{fa_1}{a_1 - 2f}$$

$$a_1(a_1 - 2f) = fa_1$$

$$a_1^2 - 2a_1f - fa_1 \rightarrow a_1^2 = 3a_1f \rightarrow \boxed{a_1 = 3f} \quad (2)$$

$$\left. \begin{array}{l} f(z) \rightarrow a_2 = \frac{fb_2}{b_2 - f} \\ f(y) \rightarrow b_2 = \frac{a_2}{y} \end{array} \right\} \rightarrow a_2 = \frac{f \frac{a_2}{y}}{\frac{a_2}{y} - f} = \frac{\frac{fa_2}{y}}{\frac{a_2 - fy}{y}} = \frac{fa_2}{a_2 - fy}$$

$$a_2(a_2 - fy) = fa_2$$

$$a_2^2 - fa_2y = fa_2 \rightarrow \boxed{a_2 = 5f} \quad (1)$$

Product je parabolovit $\Rightarrow d = a_2 \cdot a_1 = 5f \cdot 3f = 2f$

$$d = 2f \rightarrow f = \frac{d}{2} = \frac{5\text{ cm}}{2} = 2,5 \text{ cm}$$

$$\boxed{f = 2,5 \text{ cm}} \quad (1)$$

$$f = 10 \text{ cm}$$

$$c = 0,5 \text{ mm}$$

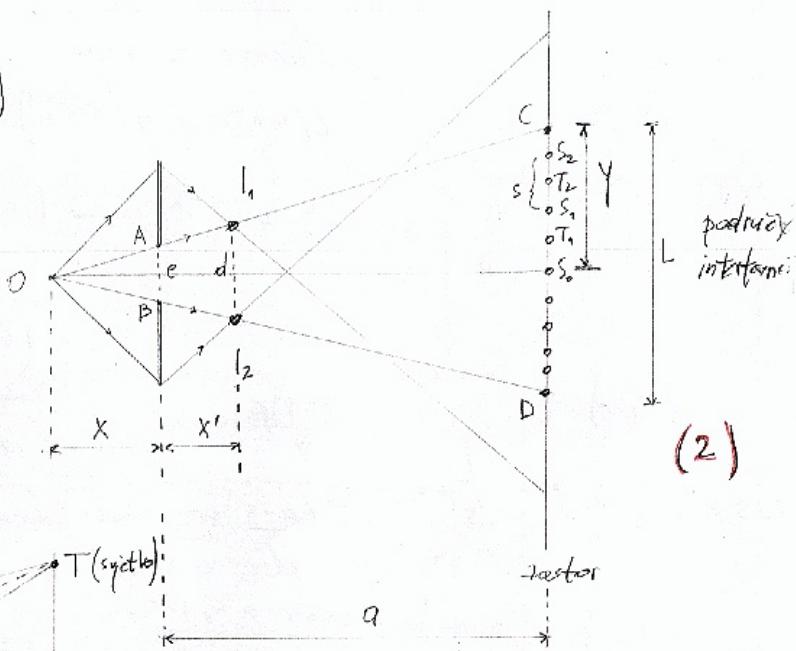
$$k = 15 \text{ cm}$$

$$n = 1.500 \text{ nm}$$

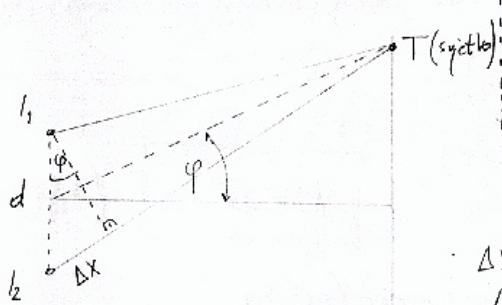
$$a = 60 \text{ cm}$$

$$N_1 \alpha$$

a)



(2)



$$\Delta x = kx; k = 0,1,2,3, \dots$$

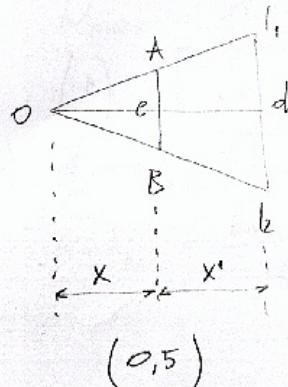
$$d \sin \varphi = kx \Rightarrow \varphi \ll \sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{y}{(a-x)} \quad (1)$$

$$d \frac{y}{a-x} = kx \rightarrow y = \frac{kx(a-x)}{d}$$

- razmatravaju se dva uslojeno mno. ili min.

$$s = y_{k+1} - y_k = \frac{(k+1)x(a-x) - kx(a-x)}{d} = \frac{x(a-x)}{d}$$

$$\boxed{s = \frac{x(a-x)}{d}} \quad (1)$$



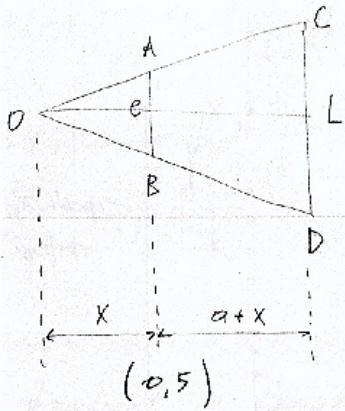
sljedeci trougao

$\Delta(OAB) \text{ i } \Delta(Ol_1l_2)$

$$\frac{d}{e} = \frac{x+x'}{x} \rightarrow d = e \frac{x+x'}{x} = 0,5 \text{ mm} \frac{45 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = 9,5 \text{ mm} \quad (1)$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{x'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{x} = \frac{x-f}{fx} \rightarrow x' = \frac{xf}{x-f} \quad (1)$$

$$x' = \frac{15 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}}{15 \text{ cm} - 10 \text{ cm}} = 30 \text{ cm} \quad \left\{ x' = 30 \text{ cm} \right\} \quad (1)$$



Slikeost trikuta:

$$\Delta(OAB) \sim \Delta(OCB)$$

$$\frac{L}{e} = \frac{a+x}{x} \rightarrow L = \frac{(a+x)e}{x}$$

$$\boxed{L = \frac{(a+x)e}{x}}$$

(1)

$$Ns = L \rightarrow N = \frac{L}{s} = \frac{\frac{(a+x)e}{x}}{\pi(a-x')} = \frac{de(a+x)}{\pi x(a-x')}$$

$$N = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} m \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} m (0,60m + 0,15m)}{5 \cdot 10^{-3} m \cdot 0,15m (0,60m - 0,30m)} = 25$$

$$\boxed{N = 25} \quad (1)$$

b) $\therefore N = \frac{de(a+x)}{\pi x(a-x')} \rightarrow Nx(a-x') = de(a+x)$

$$Nx(a - Nx - de) = Nx(a+x) + dex$$

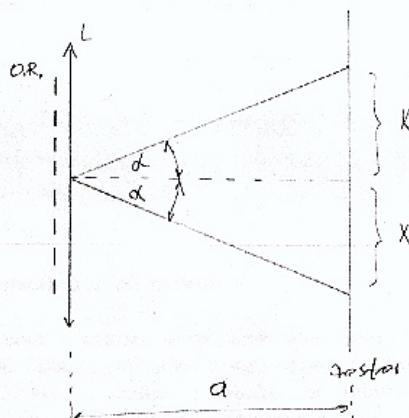
$$a(Nx - de) = Nx(a+x) + dex \rightarrow a = \frac{Nx(a+x) + dex}{Nx - de}$$

$$a = \frac{35 \cdot 5 \cdot 10^{-3} m \cdot 0,15m \cdot 0,30m + 1,5 \cdot 10^{-3} m \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} m \cdot 0,75m}{35 \cdot 5 \cdot 10^{-3} m \cdot 0,15m - 1,5 \cdot 10^{-3} m \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} m} = 0,68 m$$

$$\boxed{a = 68 cm} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \lambda &= 5 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ a &= 1 \text{ m} \\ k &= 1 \\ 2x &= 0,202 \text{ m} \end{aligned}$$

d, N_{\max} , δ_{\max}



(2)

a) Konstante mitte zw. maxima ist:

$$d \sin \alpha = k \lambda \quad \Rightarrow \quad \tan \alpha = \frac{x}{a}$$

$$d \frac{x}{a} = k \lambda \quad \Rightarrow \quad d = \frac{ak\lambda}{k} = \frac{1 \text{ m} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}}{0,202 \text{ m}}$$

$$d = 5,95 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

(2)

$$b) d \tan \alpha = k \lambda \quad ; \quad k = 0,1,2,3, \dots$$

$$k = \frac{\text{dist. d}}{\lambda} \rightarrow \text{max. Lini. max. 1}$$

$$k \leq \frac{d}{\lambda} \leq \frac{5,95 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \approx 9,9 = 9 \quad \left\{ k_{\max} = 9 \right\} \quad (2)$$

$$N_{\max} = 2 \cdot 9 + 1 = 19 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{controlli max. i pa 9 maxima} \\ \text{se snake string} \end{array} \right\}$$

$$c) d \tan \alpha_{\max} = k_{\max} \lambda$$

$$\tan \alpha_{\max} = \frac{k_{\max} \cdot \lambda}{d} = \frac{9 \cdot 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}}{5,95 \cdot 10^{-6} \text{ m}} = 0,90905$$

$$N_{\max} = 19$$

(2)

$$\alpha_{\max} = 65,38^\circ = 65^\circ 22' 48''$$

(2)