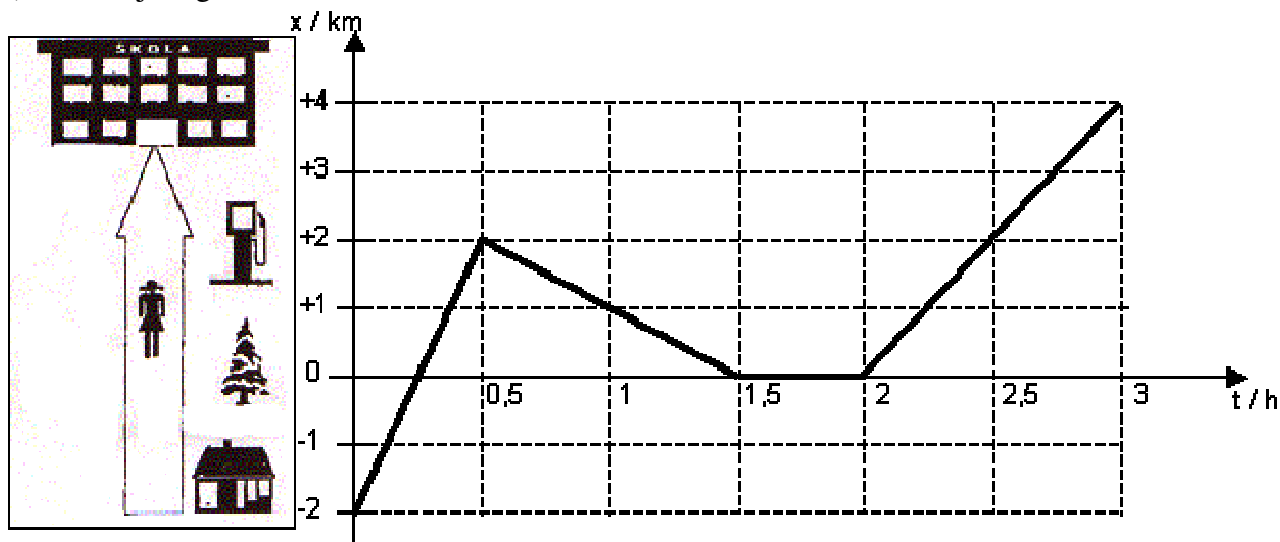


Područno (općinsko) natjecanje iz fizike
Zagreb, 23.2.2001

1.razred (skupina)

1. Pravocrtno gibanje učenice od kuće do škole duž x osi možemo predočiti x-t grafom (crtež). Kuća i škola međusobno su udaljene 6 km. Na putu od kuće ($x = -2$ km) do škole ($x = +4$ km) nalazi se bor ($x = 0$) i benzinska crpka ($x = +2$ km).
- Koliko je trajalo gibanje učenice od kuće do benzinske crpke?
 - Učenica je putem nešto izgubila pa se počela vraćati prema kući. Gdje i kada se učenica počela vraćati?
 - Koliko je trajao povratak od benzinske crpke do bora?
 - Koliko vremena je stajala na istom mjestu tražeći izgubljeni predmet?
 - Izračunajte brzinu učenice na pojedinim dijelovima puta. Na kojem dijelu je učenica imala najveću a na kojem najmanju brzinu? Kada je brzina učenice bila pozitivna a kada negativna?
 - Koliki je ukupan put prešla učenica
 - Kolika je prosječna brzina učenice od kuće do škole po putu i po pomaku?
 - Nacrtaj v-t graf
 - Nacrtaj s-t graf



2. Iz aviona koji leti brzinom 930 km/h na visini 3,5 km ispusti se bomba.
- nakon kojeg vremena će bomba pasti na tlo?
 - Koliko treba biti vrijeme tempiranja bombe da bi ona eksplodirala na 180 m iznad tla?
 - Kojom će brzinom pasti na tlo?
 - U kojem će se položaju nalaziti avion u trenutku eksplozije bombe? ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)
3. Tijelo mase 0,2 kg padajući s visine 36 m udari o tlo nakon 3 s. Pokažite da tijelo nije padalo slobodnim padom i odredite silu otpora kojom je zrak djelovao na tijelo u padu. Pretpostavimo da je tijekom gibanja sila otpora zraka stalna. Na slici prikazati odgovarajuće vektore sila. ($g=10 \text{ m/s}^2$)
4. S kosina visoke h metara spuštaju se kolica i zaustavljaju s metara daleko od projekcije vrha kosine na horizontalnu ravninu. Dokazati da je koeficijent trenja $\mu = \frac{h}{s}$.
5. Na mirnoj vodi nalazi se nepokretan čamac. Čovjek koji je na čamcu prelazi s pramca na krmu. Za koliko se pomaknuo čamac, ako je masa čovjeka 60 kg, masa čamca 120 kg, a dužina čamca 3 m? Otpor vode zanemarujemo.

Prvi razred rješenja zadatka

1. a) 0,5 h (1 bod)

b) +2 km tj. na benzinskoj crpki nakon 0,5 h (1 bod)

c) 1 h (1 bod)

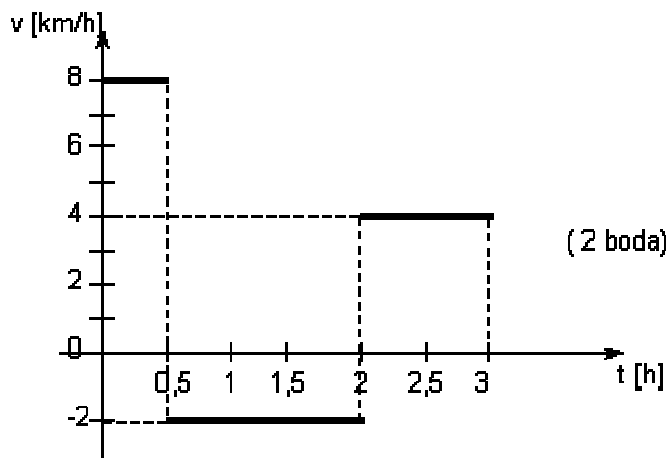
d) 0,5 h (1 bod)

e) $v_1=8 \frac{km}{h}$, $v_2=-2 \frac{km}{h}$, $v_3=0$, $v_4=4 \frac{km}{h}$ (1 bod)

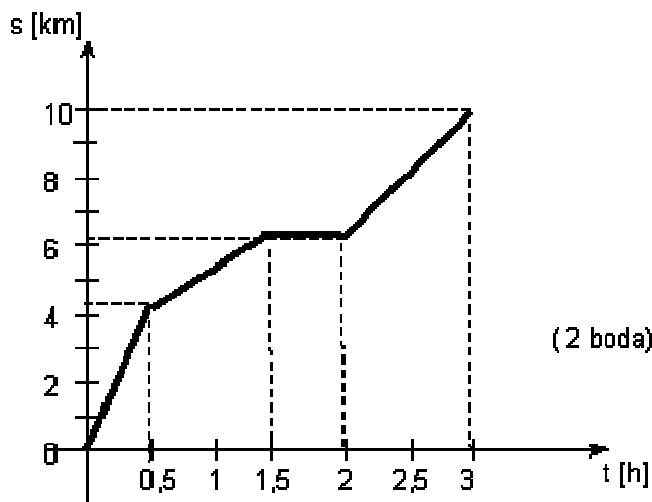
f) 10 km (1 bod)

g) $\bar{v}_s = \frac{10}{3} \frac{km}{h}$ $\bar{v}_x = \frac{6}{3} = 2 \frac{km}{h}$ (2 boda)

h)



i)

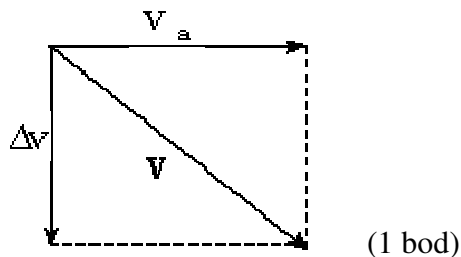


(ukupno 12 bodova)

2. a) $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3500m}{9.81 \frac{m}{s^2}}} = \sqrt{713,557s^2} = 26,71s$ (2 boda)

$$b) t = \sqrt{\frac{2(h-h_1)}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (3500m - 180m)}{9.81 \frac{m}{s^2}}} = \sqrt{676,86s^2} = 26,01s \quad (2boda)$$

c)



$$\Delta v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{v_a^2 + 2gh} = \sqrt{258,33^2 + 2 \cdot 9,81 \cdot 3500} = 367,97 \frac{m}{s} \quad (3 boda)$$

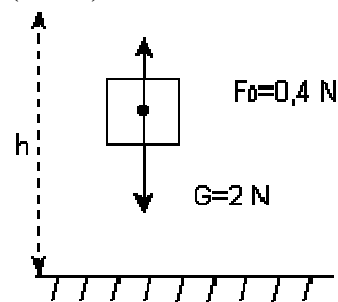
d) Avion će se nalaziti uvijek iznad bombe (uz pretpostavku da mu je brzina stalna) jer imaju istu početnu brzinu. (2 boda)

(ukupno 10 bodova)

3.

(
ukupno
8
bodova)

(1 bod) slika



$$G = m \cdot g = 2 \text{ N}$$

$$F = m \cdot a = 1,6 \text{ N}$$

$$F_0 = 0,2 (10 - 8) = 0,4 \text{ N} \quad (1 \text{ bod})$$

Za slobodni pad

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t_s^2$$

$$t_s = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 36}{10}} = 2,68 \text{ s} < 3 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

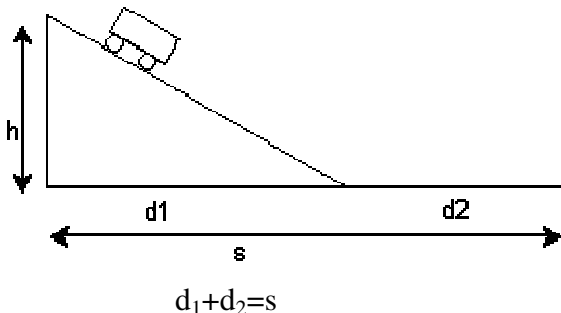
$$F = G - F_0$$

$$m \cdot a = m \cdot g - F_0 \quad (2 \text{ boda})$$

$$F_0 = m(g - a)$$

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 36}{3^2} = 8 \frac{m}{s^2} \quad (2 \text{ boda})$$

4.



(1 bod)

$$m \cdot a_1 = m \cdot g \frac{h}{l} - \mu \cdot m \cdot g \frac{d_1}{l} \quad (2 \text{ boda})$$

$$a_1 = g \left(\frac{h}{l} - \mu \frac{d_1}{l} \right) \quad v^2 = 2a_1 l \quad (1 \text{ bod})$$

$$m a_2 = \mu \cdot m \cdot g$$

$$a_2 = \mu \cdot g \quad (2 \text{ boda})$$

$$2a_1 l = 2a_2 d_2 \quad (2 \text{ boda})$$

$$g \left(\frac{h}{l} - \mu \frac{d_1}{l} \right) l = \mu g d_2$$

$$h - \mu d_1 = \mu d_2$$

$$\mu (d_1 + d_2) = h \Rightarrow \mu = \frac{h}{s} \quad (1 \text{ bod})$$

$$v^2 = 2a_2 \cdot d_2 \quad (1 \text{ bod})$$

(ukupno 10 bodova)

5.

$$v = \frac{L-d}{t} \quad \begin{array}{l} m=60 \text{ kg} \\ M=120 \text{ kg} \\ L=3 \text{ m} \\ d=? \end{array} \quad \begin{array}{l} v_1 = \text{brzina čamca} \\ t = \text{vrijeme za koje čovjek prešao sa pramca na krmu} \\ v = \text{brzina čovjeka u odnosu na obalu} \end{array}$$

(2)

$$\text{boda)} \quad v_1 = \frac{d}{t} \quad (1 \text{ bod}) \quad m \cdot v = M v_1 \quad (3 \text{ boda})$$
$$m \frac{L-d}{t} = M \frac{d}{t}$$

$$m \cdot L - m \cdot d = M \cdot d \Rightarrow m \cdot L = m \cdot d + M \cdot d = (m + M)d \quad (3 \text{ boda})$$

$$\Rightarrow d = \frac{m \cdot L}{M + m} = 1 \text{ m} \quad (1 \text{ bod})$$

(ukupno 10 bodova)

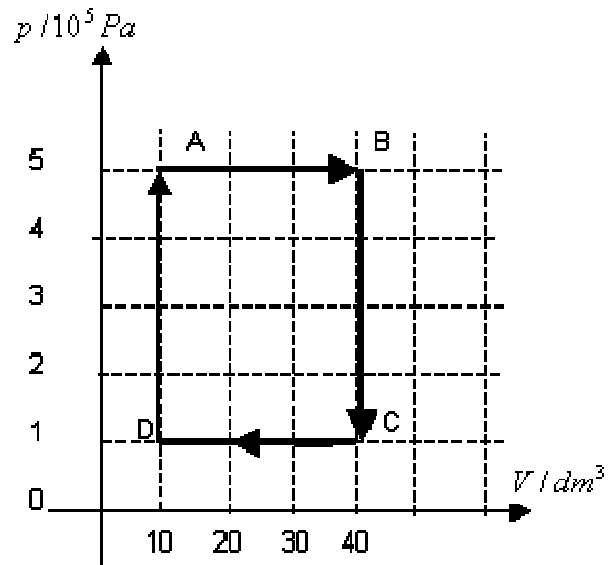
Područno (općinsko) natjecanje iz fizike
Zagreb, 23.2.2001

2.razred (skupina)

1. U valjkastoj posudi poprečnog presjeka $0,01\text{m}^2$ nalazi se zrak čija je temperatura 12°C pri tlaku $1,014$ bar. Na visini $0,6$ m od dna posude nalazi se klip. Za koliko se spusti klip ako se na njega stavi uteg težine 981 N, a zrak u posudi se pri tom zagrije na 27°C ? Težina klipa je zanemariva.
2. U kalorimetar oblika valjka presjeka $S=30\text{cm}^2$ s volumenom $V=200\text{cm}^3$ vode temperature $T_1=303\text{K}$ stavljen je komad leda mase $m=10\text{g}$ temperature $T_0=273\text{K}$. Odredite promjenu razine vode nakon što se led rastopi u odnosu na razinu vode kada je led već bio u kalorimetru. Volumni koeficijent rastezanja vode iznosi $\alpha=2,6 \cdot 10^{-3}\text{K}^{-1}$, specifični toplinski kapacitet vode $c_v=4190\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$, specifična toplina taljenja $\lambda=3,34 \cdot 10^5\frac{\text{J}}{\text{kg}}$, a gustoća vode $\rho=1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
3. Odredite volumen vode temperature 95°C koji možemo za 1 minutu istočiti iz električnog bojlera ako je njegova snaga $2,2\text{kW}$, a korisnost 90% . Početna temperatura vode koja utječe u bojler je 14°C ($\rho=1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $c_v=4180\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$). Izvesti izraz općenito, a zatim izračunati brojčanu vrijednost.

4. Idealni jednoatomni plin prolazi kružni proces prikazan na slici. U stanju A temperatura plina je 400K .

- a) opišite procese koji se odvijaju tijekom kružnog procesa.
- b) odredite temperaturu svakog stanja i prikažite taj proces u $p=f(T)$ i $V=f(T)$ grafu.
- c) Izračunajte rad po segmentima procesa uključujući i predznake
- d) Kolika je unutarnja energija svakog stanja?
- e) Kolika je promjena unutarnje energije pri svakom procesu?
- f) Izračunajte koliku količinu topline plin izmjenjuje s okolinom po segmentima procesa uključujući predznake.



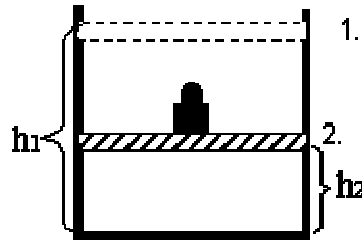
5. Tri naboja nalaze se na vrhovima istostraničnog trokuta stranice $0,2$ m. Prvi naboj iznosi $0,1\mu\text{C}$, drugi $Q_2=-Q_1$ i treći naboj $Q_3=-3Q_1$. Koliki će rad obaviti elektrostatske sile pri premještanju naboja Q_1 u novi položaj na sredini stranice na čijim se krajevima nalaze naboji Q_2 i Q_3 ?

$$\left(\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}\frac{\text{F}}{\text{m}}\right).$$

Drugi razred , rješenja zadataka

1.

$$\begin{aligned}
 S &= 10^{-2} \text{ m}^2 \\
 t_1 &= 12^\circ\text{C} \quad T_1 = 285 \text{ K} \\
 p_1 &= 1,014 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\
 h_1 &= 0,6 \text{ m} \\
 G &= 981 \text{ N} \\
 T_2 &= 27^\circ\text{C} \quad T_2 = 300 \text{ K} \\
 \Delta h &= ?
 \end{aligned}$$



(1 bod)

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (1 \text{ bod}) \quad p_2 = p_1 + \frac{G}{S} = 1,995 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} \Rightarrow \frac{A \cdot h_1}{A \cdot h_2} = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\Delta h = h_1 - h_2 = h_1 - h_1 \frac{p_1 T_2}{p_2 T_1} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\Delta h = h_1 \left(1 - \frac{p_1 T_2}{p_2 T_1}\right) = 0,6(1 - 0,535) = 0,279 \text{ m} \quad (2 \text{ boda})$$

(ukupno 10 bodova)

2. $m_v = \rho V$ (1 bod)

$$\lambda m + m c_v (T - T_0) = m_v \cdot c_v (T_1 - T) \quad (3 \text{ boda})$$

$$T = \frac{m_v T_1 + m T_0 - m \frac{\lambda}{c_v}}{m + m_v} \Rightarrow T = 298 \text{ K} \quad (2 \text{ boda})$$

V_0 je volumen vode mase $m + m_v$ temperature T_1
 $\Delta V = V_0 \alpha (T - T_1) < 0$ (2 boda)

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{s} = -0,91 \text{ mm} \quad (\text{negativna promjena !}) \quad (2 \text{ boda})$$

(ukupno 10 bodova)

3.

$$P = 2,2 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$\eta = 0,9$$

$$t_1 = 14^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 95^\circ\text{C}$$

$$\tau = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$c = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$\rho = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = ?$$

$$\eta = \frac{P_K}{P} \Rightarrow P_K = \eta \cdot P \quad (2 \text{ boda})$$

$$P_K = \frac{Q}{\tau} = \frac{m \cdot c (t_2 - t_1)}{\tau}$$

$$P_K = \frac{\rho V c (t_2 - t_1)}{\tau} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\eta \cdot P = \frac{\rho \cdot V \cdot c (t_2 - t_1)}{\tau}$$

$$V = \frac{\eta \cdot P \cdot \tau}{\rho \cdot c (t_2 - t_1)} = \frac{0,9 \cdot 2,2 \cdot 10^3 \cdot 60}{10^3 \cdot 4180 \cdot (95 - 14)} = 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad (4 \text{ boda})$$

$$V = 0,35 \text{ l}$$

(ukupno
8
bodova)

4.

a)

A → B

izobarni

B → C

izohorni

C → D

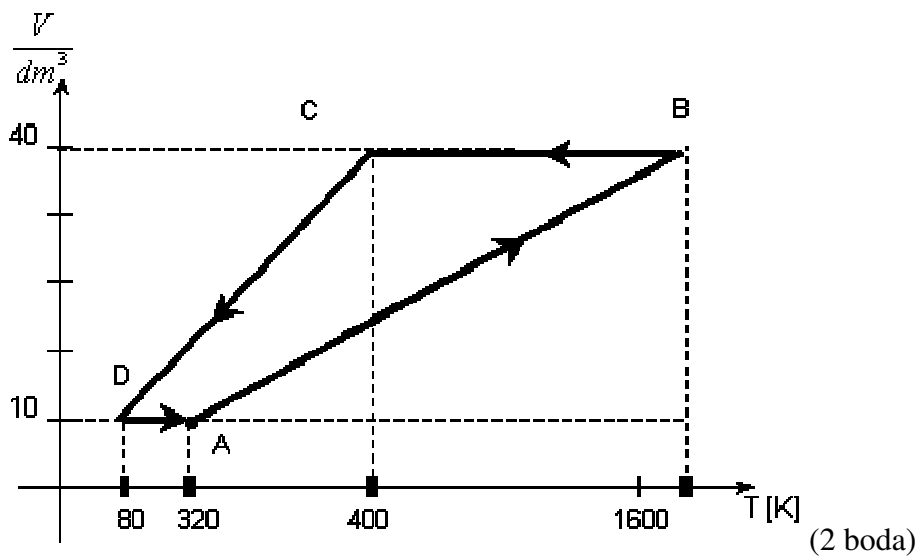
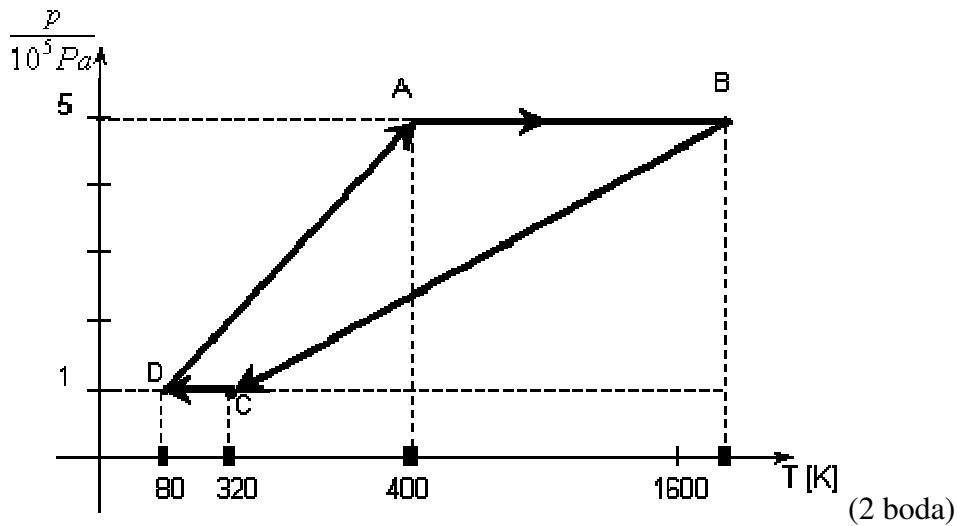
izobarni

D → A

izohorni

(2 boda)

b) $T_B = \frac{T_A \cdot V_B}{V_A} = 1600\text{K}$ $T_C = 320\text{K}$ $T_D = 80\text{K}$ $V_A = 10\text{ dm}^3$ $V_B = 40\text{ dm}^3$



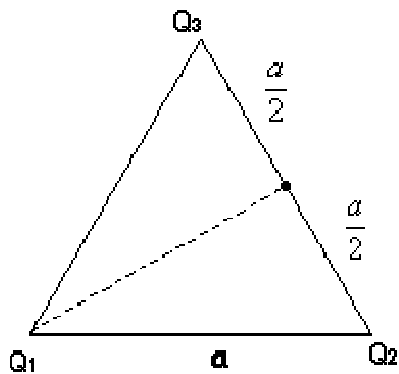
c) $W_{AB} = 15\text{ kJ}$ $W_{BC} = 0$ $W_{CD} = -3\text{ kJ}$ $W_{DA} = 0$ (1 boda)

d) $U_A = \frac{3}{2} p_A V_A = 7,5\text{ kJ}$ $U_B = 30\text{ kJ}$ $U_C = 6\text{ kJ}$ $U_D = 1,5\text{ kJ}$ (2 boda)

e) $\Delta U_{AB} = 22,5\text{ kJ}$ $\Delta U_{BC} = -24\text{ kJ}$ $\Delta U_{CD} = -4,5\text{ kJ}$ $\Delta U_{DA} = 6\text{ kJ}$ (2 boda)

f) $Q_{AB} = 37,5\text{ kJ}$ $Q_{BC} = -24\text{ kJ}$ $Q_{CD} = -7,5\text{ kJ}$ $Q_{DA} = 6\text{ kJ}$ (1 boda)

5.



$$W = -(E_{p2} - E_{p1}) = E_{p1} - E_{p2} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\begin{aligned} E_{p1} &= \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{a} + \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_3}{a} = \\ &= \frac{Q_1}{4\pi \cdot \epsilon_0} (Q_2 + Q_3) = -\frac{Q_1^2}{\pi \epsilon_0 a} = -1,79 \cdot 10^{-3} \text{ V} \quad (3 \text{ boda}) \end{aligned}$$

$$E_{p2} = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{\frac{a}{2}} + \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_3}{\frac{a}{2}} = \frac{Q_1}{2\pi \cdot \epsilon_0 a} \cdot (Q_2 + Q_3) = -\frac{2Q_1^2}{\pi \cdot \epsilon_0 a} = -3,59 \cdot 10^{-3} \text{ V} \quad (3 \text{ boda})$$

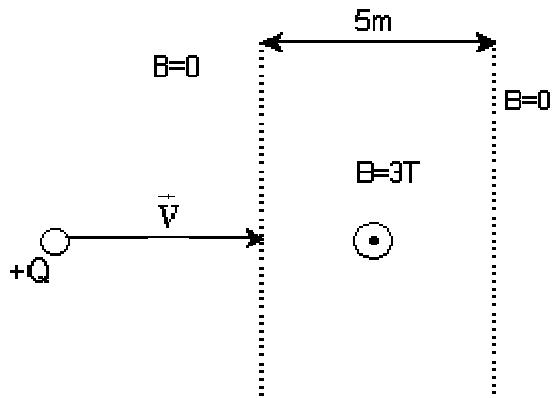
$$W_{12} = E_{p1} - E_{p2} = -\frac{Q_1^2}{\pi \epsilon_0 a} + \frac{2Q_1^2}{\pi \epsilon_0 a} = \frac{Q_1^2}{\pi \epsilon_0 a} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ J} \quad (2 \text{ boda})$$

(ukupno 10 bodova)

**Područno (općinsko) natjecanje iz fizike
Zagreb, 23.2.2001**

3.razred (skupina)

1. Čestica naboja $2 \mu\text{C}$ i mase 3 mg ubrzana je, iz stanja mirovanja, naponom 1 kV . Nakon toga ulijeće okomito na pojas magnetskog polja $B=3 \text{ T}$, širine 5 m (slika). Odredi pod kojim će kutom, u odnosu na graničnu liniju pojasa, čestica izletjeti iz pojasa.



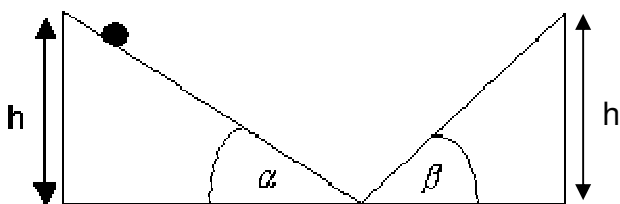
2. U homogenom magnetskom polju magnetske indukcije $0,1 \text{ T}$ postavljen je prsten površine $0,1 \text{ m}^2$, otpora 2Ω , tako da je njegova površina okomita na silnice magnetskog polja. Prsten je

vezan za galvanometar. Ukupni naboj koji prođe galvanometrom pri okretu prstena je $0,0075 \text{ C}$. Za koliki kut se zakrenuo prsten?

3. Strujni krug sastoji se od zavojnice omskog otpora 115Ω , induktiviteta $0,8 \text{ H}$ i kondenzatora kapaciteta $27 \mu\text{F}$ koji su spojeni paralelno na izvor izmjeničnog napona efektivne vrijednosti 300 V i frekvencije 60 Hz . Odredi jakost struje koja prolazi kroz zavojnicu, kroz kondenzator i ukupnu struju.

4. Kako daleko bi se otkotrljao kotač mase 20 kg i polumjera 34 cm ako bi ispao s osovine auta pri brzini $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$? Moment tromosti kotača je 1 kg m^2 , a veličina sile trenja iznosi 4% sile teže koja djeluje na kotač ($g=9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$). Izvesti izraz općenito te zatim izračunati brojčanu vrijednost.

5. Izračunaj period titranja male kuglice prema slici ako su $h=50 \text{ m}$, $\alpha=45^\circ$ i $\beta=30^\circ$. Zanemarite rotacijsku energiju kuglice. ($g=10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



Treći razred rješenja zadataka

1.

$$q=2\mu\text{C}$$

$$m=3\text{ mg}$$

$$U=1\text{ kV}$$

$$d=5\text{ m}$$

$$B=3\text{ T}$$

$$q \cdot U = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v = 36,51 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (2\text{ boda})$$

$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

$$R = 18,25\text{ m} \quad (2\text{ boda})$$

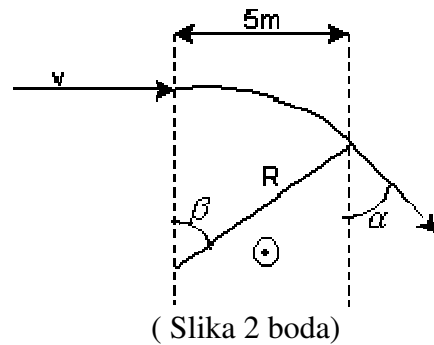
$$\alpha = ?$$

$$\beta = 90 - \alpha \quad (2\text{ boda})$$

$$\sin \beta = \frac{d}{R}$$

$$\beta = 15,9^\circ \quad (2\text{ boda})$$

$$\alpha = 74,1^\circ$$



(ukupno 10 bodova)

2.

$$B=0,1\text{ T}$$

$$S=0,1\text{ m}^2$$

$$R=2\ \Omega$$

$$Q=7,5 \cdot 10^{-3}\text{ C}$$

$$U_i = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad (1) \quad U_i = R \cdot I \quad (1) \quad I = \frac{Q}{\Delta t} \quad (1)$$

$$R \cdot I = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad (1)$$

$$R \frac{Q}{\Delta t} = -\frac{\Delta(B \cdot S)}{\Delta t} \quad (1)$$

$$R \cdot Q = -B \cdot \Delta S \quad (1)$$

$$R \cdot Q = -B(S \cos \alpha - S) \quad (1)$$

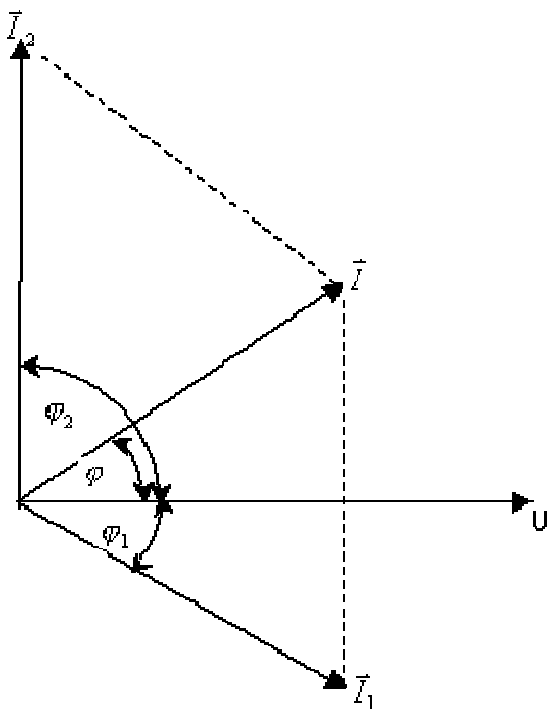
$$R \cdot Q = -BS(\cos \alpha - 1)$$

$$-\frac{RQ}{BS} = \cos \alpha - 1 \Rightarrow \cos \alpha = 1 - \frac{RQ}{BS} = 1 - \frac{3}{2} \quad (2)$$

$$\cos \alpha = -\frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 120^\circ \quad (1)$$

(ukupno 10 bodova)

3.



(slika 2 boda)

Struja kroz zavojnicu

$$I_1 = \frac{U}{Z_L} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} = \frac{300\text{ V}}{\sqrt{(115)^2 + (376,99 \cdot 0,8)^2}} = 0,929\text{ A} \quad (2\text{ boda})$$

Struja I_1 zaostaje za naponom za φ_1

$$\text{tg } \varphi_1 = \frac{R_L}{R} = \frac{\omega L}{R} = 2,622 \Rightarrow \varphi_1 = 69^\circ \quad (2\text{ boda})$$

$$\omega = 2\pi f = 376,99\text{ s}^{-1} \quad (1\text{ bod})$$

Struja kroz kondenzator

$$I_2 = \frac{U}{R_C} = UC\omega = 3,05\text{ A} \quad (2\text{ boda})$$

Struja I_2 prethodi naponu za $\varphi_2=90^\circ$

Ukupna struja

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2I_1 I_2 \cos(90 - \varphi_1)} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2I_1 I_2 \sin \varphi_1}$$

$$I = 2,215\text{ A} \quad (3\text{ boda})$$

(ukupno 12 bodova)

4.

$$E_{KT} + E_{KR} = W$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = F_{TR} \cdot S \quad (2) \quad F_{TR} = \mu \cdot m \cdot g$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{1}{2} \cdot I \cdot \frac{v^2}{r^2} = \mu \cdot m \cdot g \cdot s \quad (2)$$

$$s = \frac{\frac{1}{2}v^2(m + \frac{I}{r^2})}{\mu \cdot m \cdot g} = \frac{v^2(m \cdot r^2 + I)}{2\mu \cdot m \cdot g \cdot r^2} \quad (2 \text{ boda})$$

$$s = \frac{20^2 \cdot (20 \cdot 0,34^2 + 1)}{2 \cdot 0,4 \cdot 20 \cdot 9,81 \cdot 0,34^2} = \frac{1324,8}{1,814} = 730 \text{ m} \quad (2 \text{ boda})$$

(ukupno 8 bodova)

5.

$$T = 2(t_1 + t_2) \quad (1 \text{ bod})$$

$$m \cdot a = m \cdot g \cdot \sin \alpha \Rightarrow a = g \cdot \sin \alpha \quad (2 \text{ boda})$$

$$s_1 = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{a}{2} t_1^2 \quad (2 \text{ boda})$$

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{g \cdot \sin \alpha}{2} t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = 4,5 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

$$\text{Za } t_2 \text{ dobije se sličan izraz } t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \frac{1}{\sin \beta} = 6,3 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

$$T = 21,6 \text{ s} \quad (1 \text{ bod})$$

(ukupno 8 bodova)

Područno (općinsko) natjecanje iz fizike
Zagreb, 23.2.2001

4.razred (skupina)

1. Zastor se nalazi na udaljenosti D od upaljene svijeće. Stavljajući između svijeće i zastora konvergentnu leću, dobit će se oštra slika svijeće na zastoru, u dva položaja leće koji se nalaze na međusobnoj udaljenosti d . Dokaži da je u opisanom slučaju žarišna duljina leće jednaka

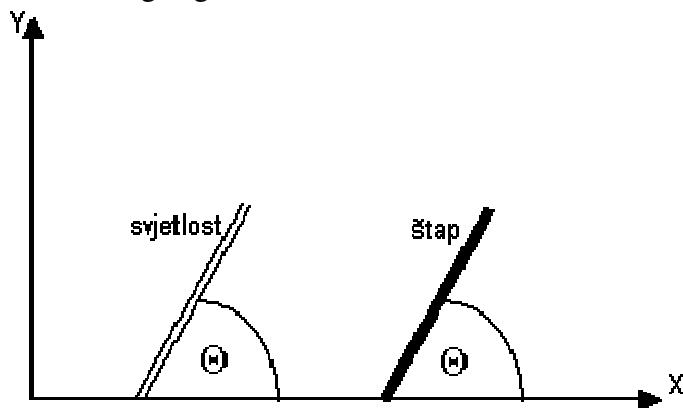
$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D} !$$

2. Putna razlika dviju koherentnih zraka bijele svjetlosti je $2,5 \mu\text{m}$. Za koje valne duljine λ_K vidljive svjetlosti ($390 \text{ nm} \leq \lambda_K \leq 790 \text{ nm}$) nastaju maksimumi interferencije?
3. Monokromatska svjetlost valne duljine 700 nm pada okomito na optičku rešetku. Maksimumi trećeg reda vide se pod kutom od 10° . Odredi konstantu rešetke i broj zarezova na dužini rešetke od 1 cm . Koliki je teoretski najviši red spektra na ovoj rešetki i pod kojim bi se kutom trebao vidjeti?
4. Zraka svjetlosti prelazi iz zraka ($n_1=1$) u ulje ($n_2=1,28$) i reflektira se od dna staklene posude ($n_3=1,43$). Pod kojim kutom u odnosu na površinu ulja mora upadati zraka svjetlosti da bi reflektirana zraka bila totalno polarizirana? Nacrtaj sliku.
5. Promatrač S vidi da su snop svjetlosti i štap u xy ravnini priklonjeni pod kutom Θ prema x osi. Promatrač S' koji se prema promatraču S giba duž x osi brzinom v vidi te dvije situacije pod kutom Θ' (vidi sliku). Pokažite da vrijedi transformacija:

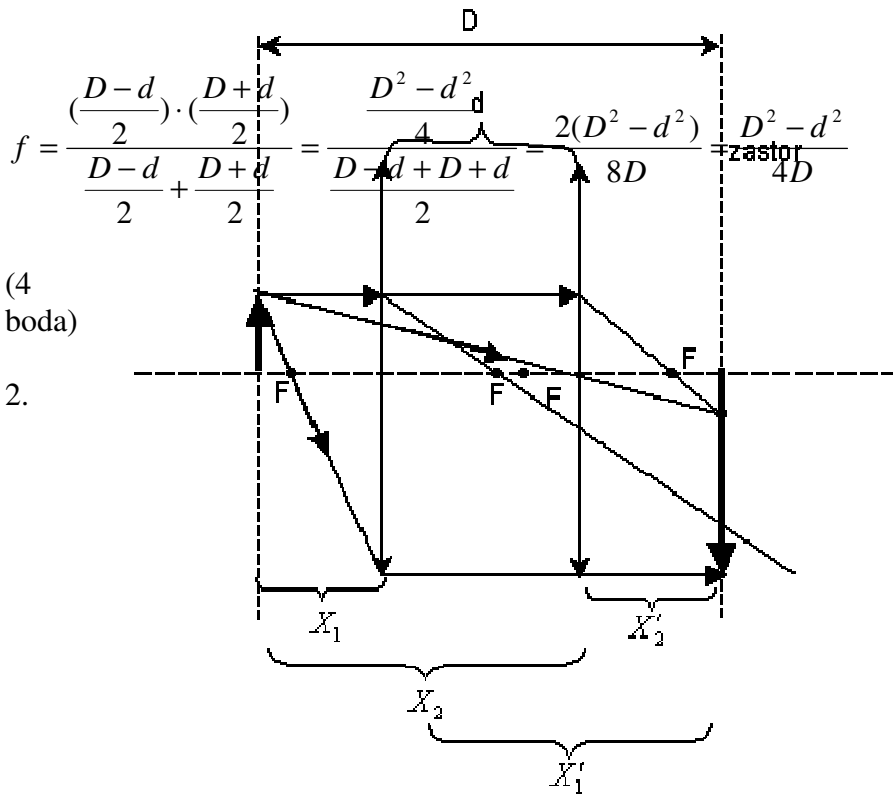
a) za svjetlost
$$\text{tg}\Theta' = \frac{\sin \Theta}{\gamma(\cos \Theta - \frac{v}{c})}$$

b) za štap
$$\text{tg}\Theta' = \gamma \text{tg}\Theta$$

Zbog čega dolazi do te razlike?



1.



(4 boda)

2.

$$\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_1'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_2'} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{X_1 X_1'}{X_1 + X_1'} \quad f = \frac{X_2 X_2'}{X_2 + X_2'}$$

$$f = \frac{X_1 X_1'}{D} = f = \frac{X_2 X_2'}{D}$$

$$f = f$$

$$X_1 X_1' = X_2 X_2'$$

$$X_1 = X_2' \quad X_2 = X_1'$$

$$X_1 + X_2' = 2X_1 = D - d \quad (2 \text{ boda})$$

$$X_1 = X_2' = \frac{D - d}{2} \quad (1 \text{ bod})$$

$$X_2 = X_1' = \frac{D + d}{2} \quad (1 \text{ bod})$$

(slika 2 boda)

$$D = X_1 + X_1' \quad D = X_2 + X_2' \quad (2 \text{ boda})$$

$$X_1 + X_1' = X_2 + X_2'$$

$$\Delta l = 2,5 \mu\text{m} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda_{LJ} = 390 \text{ nm} = 3,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_C = 790 \text{ nm} = 7,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_K = ?$$

Uvjet za maksimum

$$\Delta l = k \cdot \lambda_K \quad , \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (1 \text{ bod})$$

$$\lambda_K = \frac{\Delta l}{k} \quad , \quad k = \frac{\Delta l}{\lambda_K} \quad (1 \text{ bod})$$

Mora vrijediti

$$\lambda_{LJ} \leq \lambda_K \leq \lambda_C \quad (1 \text{ bod})$$

$$\frac{\Delta l}{\lambda_{LJ}} \geq \frac{\Delta l}{\lambda_K} \geq \frac{\Delta l}{\lambda_C}$$

Za k vrijede uvjeti

$$k \leq \frac{\Delta l}{\lambda_{LJ}} \quad , \quad k \geq \frac{\Delta l}{\lambda_C} \quad (2 \text{ boda})$$

Brojčano

$$k \leq \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{3,9 \cdot 10^{-7}} = 6,4 \quad , \quad k \geq \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{7,9 \cdot 10^{-7}} = 3,2 \quad (2 \text{ boda})$$

k mora biti cijeli broj. Tome uvjetu odgovara k=4, k=5, k=6.

Uvrštavanjem slijedi:

$$\lambda_4 = \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{4} = 6,25 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 625 \text{ nm}$$

$$\lambda_5 = \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{5} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 500 \text{ nm}$$

$$\lambda_6 = \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{6} = 4,17 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 417 \text{ nm}$$

(3 boda)

(ukupno 10 bodova)

3.

Maksimum

$$\sin \alpha_n = \frac{k\lambda}{d} \quad (2 \text{ boda})$$

$$d = \frac{3\lambda}{\sin 10} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$N = \frac{1}{d} = \frac{\sin \alpha}{3\lambda} = 826,9 \text{ cm}^{-1} \quad (2 \text{ boda})$$

Da bi se svjetlost vidjela na zastoru mora biti ispunjen uvjet

$$\sin \alpha_n = \frac{n\lambda}{d} \leq 1 \quad (2 \text{ boda})$$

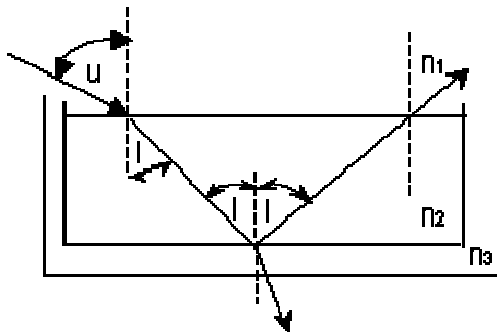
$$n \leq \frac{d}{\lambda} = 17,24$$

Najviši stupanj ogibne svjetlosti
 $n=17$ (2 boda)

$$\sin \alpha_n = \frac{17\lambda}{d} = 0,9917 \quad (2 \text{ boda})$$

$$\alpha_n = 82,60^\circ = 82^\circ 36'$$

4.



(slika 2 boda)

$$\operatorname{tg} l = \frac{n_3}{n_2} = \frac{1,43}{1,28} = 1,12 \Rightarrow l = 48^\circ 13' \quad (2 \text{ boda})$$

$$n_1 \cdot \sin u = n_2 \cdot \sin l$$

$$\sin u = \frac{n_2 \cdot \sin l}{n_1} = \frac{1,28 \cdot \sin 48^\circ 13'}{1} \Rightarrow u = 72^\circ 14' \quad (2 \text{ boda})$$

$$u' = 90 - u = 17^\circ 18'$$

(ukupno 8 bodova)

5.

a) Za svjetlost (brzina je ista u svim inercijalnim sustavima)

$$\operatorname{tg}\Theta' = \frac{c'_Y}{c'_X} = \frac{c_Y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{c_X - v} = \frac{\frac{c_Y}{c} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\frac{c_X}{c} - \frac{v}{c}} \quad (4 \text{ boda})$$

$$\sin \Theta = \frac{c_Y}{c} \quad \cos \Theta = \frac{c_X}{c} \quad (1 \text{ boda})$$

$$\operatorname{tg}\Theta' = \frac{\sin \Theta \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\cos \Theta - \frac{v}{c}} \quad (2 \text{ boda})$$

$$\text{b) } \operatorname{tg}\Theta = \frac{L_Y}{L_X} \quad (1 \text{ boda})$$

$$\operatorname{tg}\Theta' = \frac{L'_Y}{L'_X} = \frac{L_Y}{L_X \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\operatorname{tg}\Theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma \cdot \operatorname{tg}\Theta \quad (2 \text{ boda})$$