

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole – 1. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Čovjek stoji pored bunara dubokog 20 m i u ruci drži kamen. U nekom trenutku čovjek ispusti kamen u bunar. Kolika je brzina kamena u trenutku kada padne na površinu vode u bunaru? Nakon koliko će vremena od trenutka kada je ispustio kamen u bunar čovjek čuti zvuk udarca kamena o površinu vode? Brzina zvuka u zraku je 340 m/s.

2. zadatak (10 bodova)

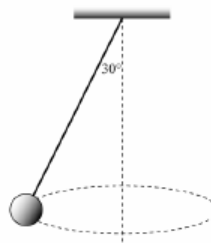
Pokretna traka giba se brzinom 1 m/s. Čovjek zakorači na jedan kraj pokretne trake i počne hodati prema drugom kraju konstantnom brzinom. Ako čovjek hoda u istom smjeru kao pokretna traka, stići će na drugi kraj pokretne trake za 14 s, a ako hoda u suprotnom smjeru stići će za 70 s. Kolika je brzina čovjeka u odnosu na pokretnu traku?

3. zadatak (10 bodova)

Dva utega masa  $m_1 = 12$  kg i  $m_2 = 18$  kg nalaze se na horizontalnoj podlozi bez trenja i spojena su nerastezljivim užetom zanemarive mase. Silom 75 N djelujemo na uteg mase 18 kg u horizontalnom smjeru. Koliko je ubrzanje utega? Kolika je napetost užeta?

4. zadatak (10 bodova)

Kuglica mase 2 kg obješena je na nit duljine 0.8 m. Nit je otklonjena od vertikale za konstantan kut  $30^\circ$ . Kuglica se giba u horizontalnoj ravnini. Ako je napetost niti jednaka 250 N, kolika je brzina kuglice?



5. zadatak (10 bodova)

Kolica mase 120 kg gibaju se brzinom 15 m/s. Čovjek mase 75 kg trči jednolikom brzinom prema kolicima i uskoči u njih te se nakon toga kolica gibaju brzinom 5 m/s u istom smjeru. Kolikom je brzinom trčao čovjek? Skicirajte međusobne položaje i smjerove brzina kolica i čovjeka prije i nakon što je čovjek uskočio u kolica.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole – 1. grupa – rješenja i bodovanje

**Zadatak 1** (10 bodova)

Brzina kamena u trenutku kada padne na površinu vode:

$$v^2 = 2gh \Rightarrow v = \sqrt{2gh} \quad (2)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$v = 19.8 \text{ m/s} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2); \quad v = 20 \text{ m/s} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

Vrijeme nakon kojeg čovjek čuje zvuk udarca kamena o vodu jednak je zbroju vremena trajanja slobodnog pada kamena i vremenu potrebnom da zvuk dođe sa dna do vrha bunara:

$$h = \frac{g}{2}t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2)$$

$$h = vt_2 \Rightarrow t_2 = \frac{h}{v} \quad (2)$$

$$t = t_1 + t_2 \quad (2)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$t = 2.08 \text{ s} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2); \quad t = 2.06 \text{ s} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

**Zadatak 2** (10 bodova)

Brzine čovjeka kada se giba u smjeru pokretne trake  $v_1$  i kada se giba u suprotnom smjeru  $v_2$  jednake su zbroju brzine čovjeka u odnosu na pokretnu traku i brzine pokretne trake:

$$v_1 = v_C + v_{PT} \quad (1)$$

$$v_2 = v_C - v_{PT} \quad (1)$$

Duljina pokretne trake je u oba slučaja jednaka pa prema tome vrijedi:

$$L = (v_C + v_{PT})t_1 \quad (1)$$

$$L = (v_C - v_{PT})t_2 \quad (1)$$

Izjednačavanjem prethodnih izraza i rješavanjem dobije se izraz za brzinu čovjeka:

$$(v_C + v_{PT})t_1 = (v_C - v_{PT})t_2$$

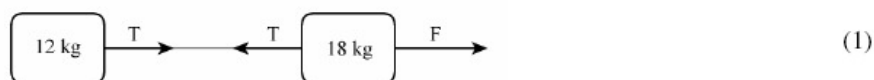
$$(t_2 - t_1)v_C = (t_1 + t_2)v_{PT} \Rightarrow v_C = \frac{t_1 + t_2}{t_2 - t_1}v_{PT} \quad (5)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$v_C = 1.5 \text{ m/s} \quad (1)$$

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Zadatak 3 (10 bodova)



Iz dijagrama sila za prvi i drugi uteg vrijede sljedeći izrazi:

$$F - T = m_1 a \quad (1)$$

$$T = m_2 a \quad (1)$$

Uvrštavanjem druge jednadžbe u prvu dobije se:

$$F - m_2 a = m_1 a$$

$$(m_1 + m_2) a = F \Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2} \quad (3)$$

Uvrštavanjem se dobije:

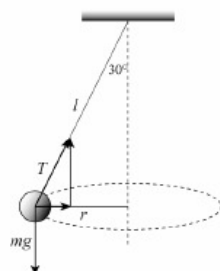
$$a = 2.5 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

Napetost niti je jednaka:

$$T = m_2 a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F \quad (2)$$

$$T = 45 \text{ N} \quad (1)$$

Zadatak 4 (10 bodova)



Iz dijagrama sila može se vidjeti da je:

$$F_{cp} = \frac{mv^2}{r} = \frac{T}{2} \quad (3)$$

Polumjer kružnog gibanja kuglice je jednak:

$$r = \frac{l}{2} \quad (2)$$

Uvrštavanjem u prethodni izraz dobije se izraz za brzinu kuglice:

$$\frac{2mv^2}{l} = \frac{T}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{Tl}{4m}} \quad (3)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$v = 5 \text{ m/s} \quad (1)$$

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

**Zadatak 5** (10 bodova)

Zakon očuvanja količine gibanja:

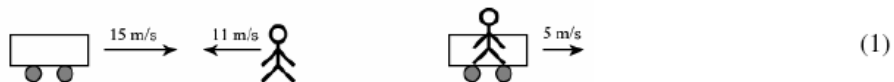
$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v \quad (4)$$

Brzina čovjeka prije nego što uskoči u kolica je jednaka:

$$v_2 = \frac{m_1 v_1 - (m_1 + m_2) v}{m_2} = \frac{m_1}{m_2} (v_1 - v) - v \quad (4)$$

Uvrštavanjem se dobije:

$$v_2 = 11 \text{ m/s} \quad (1)$$

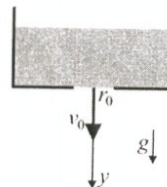


OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole – 2. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Tekućina koja istječe iz posude koja na dnu ima otvor kružnog oblika ima jasno definiran oblik. Da dobijete jednadžbu ovog oblika pretpostavite da je tekućina u slobodnom padu (bez otpora zraka) nakon što izađe iz posude. U trenutku izlaza iz posude, ona ima brzinu  $v_0$ , a polumjer mlaza je  $r_0$  (slika).



- Nadite izraz za brzinu tekućine kao funkciju udaljenosti  $y$  od izlaza iz cijevi. Nadite izraz za polumjer mlaza vode nakon izlaza iz cijevi kao funkciju od  $y$ .
- Ako je brzina izlaza tekućine iz posude  $v_0 = 1.20 \text{ m/s}$ , na kojoj udaljenosti u vertikalnom ( $y$ ) smjeru će polumjer mlaza biti jednak polovici početnog polumjera ( $r_0$ ).

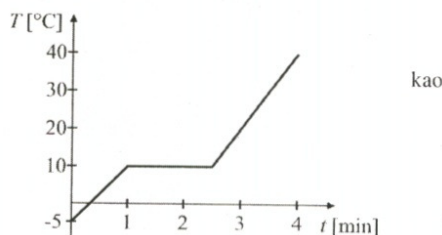
Tekućina je idealna, nestlačiva.

2. zadatak (10 bodova)

U dizel-motoru za paljenje mješavine goriva i zraka nije potrebna svjećica jer se potrebna temperatura postiže kompresijom mješavine. U tipičnom dizel-motoru određena (ulazna) količina mješavine je na temperaturi od  $27^\circ\text{C}$  i tlaku od 1 bara, a komprimira se na  $1/15$  svog početnog volumena dok tlak naraste na 50 bara. Kolika je temperatura mješavine u tom trenutku? Mješavinu goriva i zraka smatrat ćemo idealnim plinom. (1 bar =  $10^5 \text{ Pa}$ )

3. zadatak (10 bodova)

Komad metala mase 500 g grijete brzinom od 10 kJ/min. Istovremeno bilježite temperaturu tog komada funkciju vremena (slika).



- Koliko iznosi latentna toplina taljenja ovog metala?
- Koliki su iznosi specifičnih toplinskih kapaciteta tekuće i čvrste faze ovog metala?

NAPOMENA: Promjene nagiba događaju se u točkama s koordinatama (1 min,  $10^\circ\text{C}$ ) i (2.5 min,  $10^\circ\text{C}$ ).

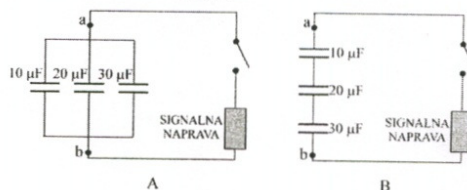
4. zadatak (10 bodova)

- Izračunajte brzinu protona koji se ubrzava iz stanja mirovanja kroz razliku potencijala od 120 V.
- Izračunajte brzinu elektrona koji se ubrzava kroz istu razliku potencijala kao u a) (također iz stanja mirovanja).

U kojem smjeru (od nižeg prema višem potencijalu ili obrnuto) se ubrzava proton, a u kojem elektron? Koja čestica na kraju ima veću brzinu? Zašto? Objasnite! Masa protona je  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ , a elektrona  $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ . Naboj protona je  $+e$ , a elektrona  $-e$ , gdje je  $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

5. zadatak (10 bodova)

Paralelna i serijska kombinacija kondenzatora (kapaciteta, redom,  $10 \mu\text{F}$ ,  $20 \mu\text{F}$ ,  $30 \mu\text{F}$ ) između točaka a i b se spoji na 120 V, a zatim u krugove A i B kao na slici. Kad se sklopka zatvori kondenzatori se isprazne kroz signalnu napravu. Koliko naboja će u pojedinom slučaju proći kroz nju?



OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole – 2. grupa – rješenja i zadatci

**1. zadatak**

a) Treba izračunati kako brzina tekućine  $v$  ovisi o udaljenosti  $y$  od otvora. Ovo se može napraviti na dva načina. Prvi način je pomoću jednadžbi za vertikalni hitac odn.

$$\begin{aligned} v(t) &= v_0 + gt \\ y(t) &= v_0 t + \frac{g}{2} t^2 \end{aligned} \quad (1)$$

Iz donje jednadžbe se izrazi  $t$  (zanimljivo je samo rješenje veće od nule) i uvrsti u gornju pa se dobije

$$v(y) = \sqrt{v_0^2 + 2gy} \quad [3 \text{ boda}] \quad (2)$$

Isto se može dobiti i pomoću Bernoullijeve jednadžbe (napisane za točku u ravnini izlaza tekućine i točku na udaljenosti  $y$ )

$$P_0 + \frac{1}{2} \rho v_0^2 + 0 = P_0 + \frac{1}{2} \rho v^2 - \rho gy \quad (3)$$

gdje je  $P_0$  atmosferski (statički) tlak, a  $\rho$  gustoća tekućine. Slijedi jednadžba (2). Da se nađe polumjer  $r$  kao funkcija udaljenosti od otvora  $y$  iskoristi se činjenica da je tekućina nestlačiva pa vrijedi jednadžba kontinuiteta odn.

$$S_0 v_0 = S v \Rightarrow r_0^2 \pi v_0 = r^2 \pi v \Rightarrow r = \sqrt{\frac{v_0}{v}} r_0 \quad [2 \text{ boda}] \quad (4)$$

Uvrštavanjem (2) u (4) dobije se

$$r(y) = \sqrt{\frac{v_0}{\sqrt{v_0^2 + 2gy}}} r_0 \quad [3 \text{ boda}] \quad (5)$$

b) Treba naći  $y_1$  za koji je  $r(y_1) = 1/2 \cdot r_0$ . Uz zadani  $v_0 = 1.2 \text{ m/s}$  i uvrštavajući u (5) dobije se

$$y_1 = \frac{15v_0^2}{2g} \approx [1.1 \text{ m}] \quad [2 \text{ boda}] \quad (6)$$

**2. zadatak**

Prema jednadžbi stanja idealnog plina  $PV = nRT$  slijedi

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_K V_K}{T_K} = nR = \text{konst.} \quad [4 \text{ boda}] \quad (7)$$

jer je jedino količina mješavine u procesu nepromijenjena.  $P_0$ ,  $V_0$  i  $T_0$  su, redom, početni tlak, početni volumen i početna temperatura, a  $P_K$ ,  $V_K$  i  $T_K$  analogne veličine na kraju kompresije. Prema tome

$$T_K = \frac{P_K V_K}{P_0 V_0} T_0 = \frac{50 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} \cdot \frac{V_0/15}{V_0} \cdot 300 \text{ K} = 1000 \text{ K} \approx [727 \text{ }^\circ\text{C}] \quad [6 \text{ bodova}] \quad (8)$$

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

**3. zadatak**

a) Taljenje se događa u dijelu između 1. i 2.5 minute (temperatura metalnog komada se dovođenjem topline ne mijenja). U tom vremenskom intervalu (koji traje 1.5 minutu) se komadu preda toplina od  $\Delta Q = 10 \text{ kJ/min} \cdot 1.5 \text{ min} = 15 \text{ kJ}$ . Prema tome

$$\Delta Q = L \cdot m \Rightarrow L = \frac{15 \text{ kJ}}{0.5 \text{ kg}} = \boxed{30 \text{ kJ/kg}} \quad [4 \text{ boda}] \quad (9)$$

b) Specifični toplinski kapacitet pojedine faze izračunava se na sljedeći način

$$\Delta Q = c_{faza} m \Delta T \quad (10)$$

Ovaj izraz se podijeli s  $m$  i s  $\Delta T$  pa se dobije

$$c_{faza} = \frac{\Delta Q / \Delta t}{\Delta T / \Delta t} \frac{1}{m} \quad [2 \text{ boda}] \quad (11)$$

Pritom je desna strana jednadžbe pomnožena s  $1 = \Delta t / \Delta t$ , gdje je  $\Delta t$  vremenski interval. Sa slike se može iščitati promjena temperature u jedinici vremena  $\Delta T / \Delta t$ . Uz zadani  $\Delta Q / \Delta t = 10 \text{ kJ/min}$  slijedi da je specifični toplinski kapacitet čvrste faze (interval od 0. do 1. minute)

$$c_{\text{čvrsta faza}} = \frac{10^4 \text{ J/min}}{(15 \text{ K}) / (1 \text{ min})} \frac{1}{0.5 \text{ kg}} \approx \boxed{1.3 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}} \quad [2 \text{ boda}] \quad (12)$$

Slično se dobije

$$c_{\text{tekuća faza}} = \frac{10^4 \text{ J/min}}{(30 \text{ K}) / (1.5 \text{ min})} \frac{1}{0.5 \text{ kg}} = \boxed{10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}} \quad [2 \text{ boda}] \quad (13)$$

**4. zadatak**

a) Proton se ubrzava od točke višeg potencijala prema točki nižeg. Vrijedi zakon o očuvanju energije odn.

$$E_{K, \text{poč.}} + U_{\text{poč.}} = E_{K, \text{kon.}} + U_{\text{kon.}} \quad [2 \text{ boda}] \quad (14)$$

gdje  $E_K$  označava (početnu/konačnu) kinetičku energiju, a  $U$  (početnu/konačnu) potencijalnu. Za proton vrijedi

$$0 + qV = \frac{1}{2} m_p v_{p, \text{kon.}}^2 + 0 \quad [2 \text{ boda}] \quad (15)$$

gdje je  $V = 120 \text{ V}$ ,  $q = e$ , a  $v_{p, \text{kon.}}$  konačna brzina protona (kao referenca, uzeto je da je u konačnoj točki prostora potencijalna energija jednaka nuli). Prema tome

$$v_{p, \text{kon.}} = \sqrt{\frac{2eV}{m_p}} \approx \boxed{1.52 \cdot 10^5 \text{ m/s}} \quad [1 \text{ bod}] \quad (16)$$

b) Elektron se ubrzava od točke nižeg prema točki višeg potencijala. Analogno a) slučaju

$$0 + 0 = \frac{1}{2} m_p v_{p, \text{kon.}}^2 + qV \quad [2 \text{ boda}] \quad (17)$$

U ovom slučaju je  $q = -e$  pa je

$$v_{e, \text{kon.}} = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}} \approx \boxed{6.49 \cdot 10^6 \text{ m/s}} \quad [1 \text{ bod}] \quad (18)$$

Elektron na kraju ima veću brzinu. Gledano sa stanovišta energije može se reći da su u oba slučaja čestice dobile jednaku kinetičku energiju (ubrzani su kroz jednaku razliku potencijala tj.

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

nad njima je električno polje obavilo jednak rad), pa kako je masa elektrona manja od mase protona, veća mu je brzina [2 boda].

**5. zadatak**

a) Da bi se našao naboj na kondenzatorima nakon što ih se spoji na 120 V, mogu se koristiti dva načina

1. način: Na gornjim pločama pojedinog kondenzatora su naboji

$$Q_1 = C_1 U = 10^{-5} \cdot 120 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

$$Q_2 = C_2 U = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 120 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ C} \quad [3 \text{ boda}] \quad (19)$$

$$Q_3 = C_3 U = 3 \cdot 10^{-5} \cdot 120 = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

Na pripadajućim donjim pločama su naboji jednakih iznosa, ali suprotnih predznaka. Struja teče dok naboji na pojedinim kondenzatorima ne budu jednaki 0, odn. kroz signalnu napravu ne prođe

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = \boxed{7,2 \cdot 10^{-3} \text{ C}} \quad [2 \text{ boda}] \quad (20)$$

2. način: Ekvivalentni kapacitet paralelno spojenih kondenzatora je

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 6 \cdot 10^{-5} \text{ F} \quad (21)$$

pa ako je spojen na 120 V, na njemu je  $Q = CU = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ C}$  i to je upravo naboj koji prođe kroz signalnu napravu.

b) Analogno a) slučaju, izračuna se ekvivalentni kapacitet serijskog spoja kondenzatora i iz toga naboj koji protječe kroz signalnu napravu

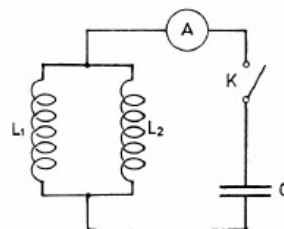
$$\frac{1}{C} = 10^5 \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) \Rightarrow C = \frac{6}{11} \cdot 10^{-5} \text{ F} \Rightarrow Q = CU = \boxed{6,55 \cdot 10^{-4} \text{ C}} \quad [5 \text{ bodova}] \quad (22)$$

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole – 3. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Nabijeni kondenzator kapaciteta  $C = 1 \mu\text{F}$  spojen je preko prekidača  $K$  s dvije paralelno spojene zavojnice induktiviteta  $L_1 = 1\text{H}$  i  $L_2 = 125\text{mH}$  (vidi sliku). U početnom trenutku, prekidač  $K$  je otvoren. Ako se zatvori, kroz zavojnice počinje teći električna struja. Maksimalna vrijednost struje koja protječe kroz zavojnicu  $L_1$  je  $I_1 = 1\text{A}$ . Odredi početnu količinu naboja  $q$  na kondenzatoru.



2. zadatak (10 bodova)

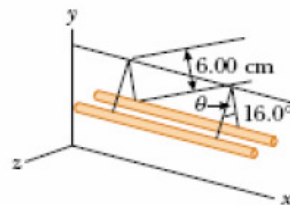
Malo sferno tijelo nalazi se na kosini, koja zatvara kut  $\alpha$  s horizontalom, i koja dodiruje drugu kosinu, koja zatvara kut  $\beta$  s horizontalom (vidi sliku). Tijelo se zatim pusti iz stanja mirovanja s visine  $h$ , i slobodno se giba (neharmonijski) po kosinama, bez trenja.



Izračunaj period ovog titranja.

3. zadatak. (10 bodova)

Poznati njemački znanstvenici, Wilhelm Weber i Johann Karl Friedrich Gauss, zajedno su osmislili telegraf 1833. godine. Sastojao se od baterije i prekidača na jednom kraju prijenosne linije dugačke 3 km, koji su služili za upravljanje elektromagnetom koji se nalazio na drugom kraju linije. (André Amperè predložio je električnu signalizaciju 1821. g., a Samuel Morse je napravio telegrafsku liniju između Baltimora i Washingtona 1844. g.). Weberova i Gaussova prijenosna linija skicirana na slici. Dvije duge, paralelne žice, od kojih svaka ima masu po jedinici duljine 40 g/m, vise u horizontalnoj ravnini pomoću užadi duljine 6 cm. Kada žicama teče električna struja jednake jakosti  $I$ , žice se međusobno odbijaju tako da je kut  $\theta$  između užadi  $16^\circ$ .



Jesu li smjerovi električnih struja u žicama jednaki ili suprotni? Odredi jakost električne struje.

4. zadatak (10 bodova)

Jaki elektromagnet proizvodi jednoliko magnetsko polje jakosti 1.6 T na području površine  $0.2\text{m}^2$ . Oko magneta stavimo zavojnicu koja ima 200 zavoja i ukupan otpor  $20\ \Omega$ . Nakon toga jednoliko smanjujemo jakost struje u elektromagnetu sve dok ne padne na 0, u vremenu od 20 ms. Izračunaj iznos električne struje koja se inducirala u zavojnici.

5. zadatak (10 bodova)

LC krug sastoji se od zavojnice induktiviteta 500 mH i kondenzatora kapaciteta  $0.1\ \mu\text{F}$ . Izračunaj rezonantnu frekvenciju ovog strujnog kruga. Ako se u krug doda (serijski) otpornik iznosa  $1\ \text{k}\Omega$ , kolika je frekvenciju (prigušenih) oscilacija? Za koliko postotaka se ova frekvencija razlikuje od rezonantne?

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole – 3. grupa – rješenja i bodovanje

**1. zadatak** (10 bodova)

Iz zakona očuvanja energije slijedi da je energija nabijenog kondenzatora jednaka zbroju energija zavojnica:

$$\frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2}L_1I_1^2 + \frac{1}{2}L_2I_2^2, \quad (3 \text{ boda})$$

gdje je  $q$  početni naboj na kondenzatoru, a  $I_1$  i  $I_2$  su maksimalne vrijednosti jakosti struja kroz prvu i drugu zavojnicu. Budući da su zavojnice paralelno spojene i elektromotome sile koje se u njima induciraju u bilo kojem trenutku su također jednake, tj.:

$$L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t}, \quad (3 \text{ boda})$$

iz čega slijedi:

$$I_2 = I_1 \frac{L_1}{L_2}. \quad (2 \text{ boda})$$

Uvrštavanjem dolazimo do:

$$q = I_1 \sqrt{CL_1 \left(1 + \frac{L_1}{L_2}\right)} = 3 \text{ mC}. \quad (2 \text{ boda})$$

**2. zadatak.** (10 bodova)

Brzina tijela na početku druge kosine je  $v_0 = \sqrt{2gh}$ , a njegovo usporavanje tokom daljeg kretanja je  $a = g \sin \beta$ , pa je vrijeme  $t_1$  kretanja tijela do najviše točke određeno relacijom:

$$v_0 - g \sin \beta \cdot t = 0, \quad (3 \text{ boda})$$

odakle proizlazi:

$$t_1 = \frac{v_0}{g \sin \beta}. \quad (1 \text{ bod})$$

Isto vrijeme potrebno je tijelu da se vrati na početak kosine, pa je ukupno vrijeme kretanja tijela po njoj tokom jedne oscilacije:

$$T_1 = 2t_1 = \frac{2v_0}{g \sin \beta}. \quad (2 \text{ boda})$$

Analogno tome, ukupno vrijeme kretanja tijela po prvoj kosini je:

$$T_2 = \frac{2v_0}{g \sin \alpha}. \quad (2 \text{ boda})$$

Prema tome, period kretanja tijela je:

$$T = T_1 + T_2 = 2\sqrt{\frac{2h}{g}} \left( \frac{1}{\sin \beta} + \frac{1}{\sin \alpha} \right). \quad (2 \text{ boda})$$

**3. zadatak** (10 bodova)

Udaljenost među žicama je:

$$a = 2 \cdot (6 \text{ cm}) \cdot \sin 8^\circ = 1.67 \text{ cm}. \quad (2 \text{ boda})$$

Budući da se žice međusobno odbijaju njima teče električna struja u suprotnim smjerovima. (2 boda)

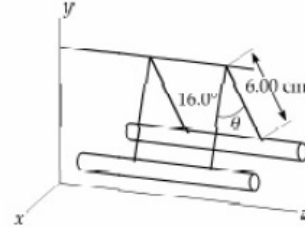
OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Budući da magnetska sila djeluje u horizontalnom smjeru, vrijedi sljedeće:

$$\frac{F_B}{F_g} = \frac{\mu_0 \cdot I^2 \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot a \cdot m \cdot g} = \tan 8^\circ, \quad (2 \text{ boda})$$

$$I^2 = \frac{m \cdot g \cdot 2 \cdot \pi \cdot a}{l \cdot \mu_0}, \quad (2 \text{ boda})$$

$$I = 67.8 \text{ A}. \quad (2 \text{ boda})$$



4. zadatak (10 bodova)

Inducirani napon jednak je:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta(B \cdot S)}{\Delta t} = \quad (3 \text{ boda})$$

$$\varepsilon = -N \left( \frac{0 - B_i}{\Delta t} \right) = \quad (2 \text{ boda})$$

$$\varepsilon = \frac{200 \cdot (1.6 \text{ T}) \cdot (0.2 \text{ m}^2)}{20 \times 10^{-8} \text{ s}} = 3200 \text{ V}, \quad (2 \text{ boda})$$

A inducirana struja iznosi:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3200 \text{ V}}{20 \Omega} = 160 \text{ A}. \quad (3 \text{ boda})$$

5. zadatak (10 bodova)

Rezonantna frekvencija iznosi:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{\sqrt{0.5 \times 0.1 \times 10^{-6}}} = 4470 \text{ rad/s}. \quad (3 \text{ boda})$$

Prigušena frekvencija iznosi:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{1}{L \cdot C} - \left( \frac{R}{2 \cdot L} \right)^2} = 4360 \text{ rad/s}. \quad (4 \text{ boda})$$

Prigušena frekvencija je  $\frac{\Delta \omega}{\omega_0} = 2.53\%$  niža od rezonantne frekvencije. (3 boda)

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole - 4. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Ravni svjetlovod oblika valjka polumjera 1cm načinjen od stakla indeksa loma 1,5 ima završetak oblika stošca visine  $\sqrt{3}$  cm. Svjetlost se širi kroz cijeli poprečni presjek svjetlovoda paralelno njegovoj osi. Što vidimo na zaslonu koji je postavljen okomito na os svjetlovoda na udaljenost 10cm od njegova vrha?

Dok si ovo računala/računao pretpostavljajući neovisnost indeksa loma stakla o valnoj duljini svjetlosti, sada obrazloži kako će izgledati slika na zaslonu ako je u svjetlovodu bijela svjetlost znajući da je indeks loma crvene svjetlosti nešto malo manji od 1,5 i ljubičaste nešto malo veći od 1,5 (razlika za ljubičastu i crvenu je oko 2%).

2. zadatak (10 bodova)

Energija brzih mezona u kozmičkim zrakama iznosi 3000MeV, dok im je energija mirovanja 100MeV. Koliki put u atmosferi mogu prijeći ovi brzi mezoni ako im je vrijeme života u vlastitom sustavu  $2 \cdot 10^{-6}$ s?

3. zadatak (10 bodova)

Pokaži da se ljubičasti dio difrakcijske slike trećeg reda preklapa s crvenim dijelom difrakcijske slike drugog reda kada okomito na difrakcijsku rešetku upada bijela svjetlost koja sadrži valne duljine od 400nm do 700nm! Da li se ovo preklapanje smanjuje ili povećava naginjanjem rešetke?

4. zadatak (10 bodova)

Fotografija visine 24mm projicira se na platno visine 1.8m pomoću tanke leće tako da slika popuni cijelu visinu platna. Udaljenost platna od fotografije je 3m. Fotografija, platno i leća postavljeni su vertikalno. Kolika je žarišna daljina leće? Koliko daleko od fotografije je postavljena leća?

5. zadatak (10 bodova)

Koliki je izlazni rad za cezij ako se fotoelektroni izbačeni iz njega ultraljubičastom svjetlošću valne duljine 245nm zaustavljaju električnim poljem duž kojeg je uspostavljena razlika potencijala 2,97V? Za koje valne duljine iz vidljivog dijela spektra (400nm-700nm) svjetlost također može izbacivati elektrone iz cezija i u kojem su rasponu brzine izletjelih elektrona pri obasjavanju cezija bijelom svjetlošću?

Konstante:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg (masa elektrona)}$$

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole – 4. grupa – rješenja i bodovanje

1. zadatak (10 bodova)

Kut između zrake 2 i okomice na stranicu stošca je

$$\alpha = \arctan \sqrt{3} = 60^\circ. \quad \text{1 bod}$$

Zbog  $n \sin \alpha = 1,3$  zraka se ne lomi prema van, već se potpuno reflektira. **1 bod**

Nakon toga ona upada na suprotnu stranu stošca i to pod pravim kutom na stranicu stošca pa izlazi po istom pravcu bez loma. **1 bod**

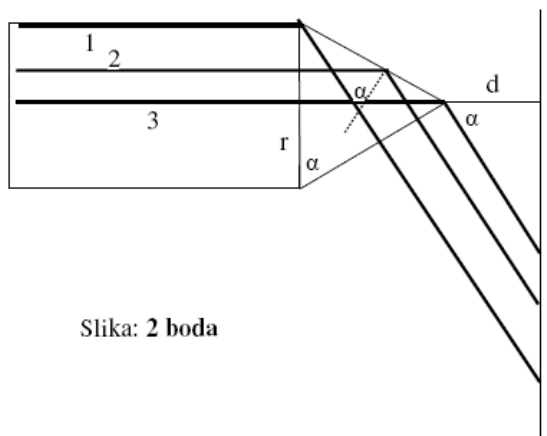
Tako svjetlost izlazi okomito sa svih strana iz dijela oplošja stošca između zraka 1 i 3 te na zaslonu nastaje kružni prsten. **1 bod**

Unutrašnji polumjer mu je

$$r_3 = d \tan \alpha = 17,3 \text{ cm}, \text{ gdje je } d \text{ udaljenost zaslona od vrha svjetlovoda.} \quad \text{1 bod}$$

Budući da pomak zrake 1 od zrake 3 nakon izlaska  $r / \cos \alpha = 2r = 2 \text{ cm}$ , gdje je  $r$  polumjer svjetlovoda, to je vanjski polumjer prstena  $r_1 = r_3 + 2r = 19,3 \text{ cm}$ . **1 bod**

Budući da zraka pri izlasku iz stošca ne skreće, onda će sve komponente bijele svjetlosti izlaziti pod istim kutom i neće biti obojenih rubova svijetlog prstena. **2 boda**



Slika: 2 boda

2. zadatak (10 bodova)

Energija brzih mezona je  $E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{E_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ , gdje je  $E_0$  energija mirovanja

mezona, a  $v$  brzina brzih mezona. **3 boda**

Iz toga slijedi  $v = c \sqrt{1 - E_0^2/E^2} = 0,999444c$ . **2 boda**

Vrijeme života brzog mezona u laboratorijskom sustavu je  $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = t_0 \frac{E}{E_0}$ , gdje je  $t_0$

vrijeme njegova života u vlastitom sustavu. **2 boda**

Put koji brzi mezon prijeđe u laboratorijskom sustavu je

$$s = v \cdot t = c \sqrt{1 - E_0^2/E^2} \cdot t_0 \frac{E}{E_0} = ct_0 \sqrt{E^2/E_0^2 - 1} = 18 \text{ km}. \quad \text{3 boda}$$

3. zadatak (10 bodova)

Pri difrakciji svjetlosti na optičkoj rešetki maksimum se javlja pod kutom danim jednadžbom  $d \sin \theta = k\lambda$ . **1 bod + 1 za sliku**

Za maksimum drugog reda crvene svjetlosti je  $\sin \theta_{c,2} = \frac{2\lambda_c}{d} = \frac{1,4 \mu\text{m}}{d}$ . **1 bod**

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Za maksimum trećeg reda ljubičaste svjetlosti je  $\sin \theta_{j,3} = \frac{3\lambda_{lj}}{d} = \frac{1,2\mu m}{d}$ . **1 bod**

Difrakcijska slika drugog reda završava na kutu  $\theta_{c,2}$ , a trećeg počinje od kuta  $\theta_{j,3}$ , pa se zbog  $\sin \theta_{j,3} < \sin \theta_{c,2}$  ta dva reda difrakcije preklapaju. **3 boda**

Ako se rešetka naginje prema difraktiranom snopu za kut  $\alpha$ , izrazima za kutove maksimuma mora se još oduzeti  $\sin \alpha$ , tako da razlika između  $\theta_{c,2}$  i  $\theta_{j,3}$  postaje manja. Ako se rešetka naginje na suprotnu stranu za kut  $\alpha$ , izrazima za kutove maksimuma mora se još dodati  $\sin \alpha$ , tako da razlika između  $\theta_{c,2}$  i  $\theta_{j,3}$  postaje veća. **2 boda + 1 za sliku**

Ti zaključci slijede iz razmatranja toka sinusne funkcije u prvom kvadrantu.

**4. zadatak** (10 bodova)

Jednadžba tanke leće je  $\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{f}$ , gdje je  $x_1$  udaljenost fotografije od leće,  $x_2$  udaljenost

platna od leće i  $f$  žarišna daljina leće. **1 bod**

Iz uvjeta zadatka je  $x_1 + x_2 = d = 3m$ . **1 bod**

Također vrijedi  $\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$ . **1 bod + 1 za sliku**

Uvrštavanjem prethodnog uvjeta i sređivanjem dobije se  $x_1 = d \frac{y_1}{y_1 + y_2} = 3,95cm$ , odnosno

$x_2 = d \frac{y_2}{y_1 + y_2} = 2,96m$ . **3 boda**

Njihovim uvrštavanjem u jednadžbu leće dobije se  $f = \frac{dy_1 y_2}{(y_1 + y_2)^2} = 3,9cm$ . **3 boda**

**5. zadatak** (10 bodova)

Jednadžba fotoelektričnog učinka je  $\frac{hc}{\lambda} = W_i + K$ , gdje je  $W_i$  izlazni rad,  $K$  kinetička energija

izbačenog elektrona,  $\lambda$  valna duljina upadnog fotona. **2 boda**

Izletjeli elektroni kinetičke energije  $K$  zaustavljaju se prolaskom kroz razliku potencijala  $V$  pa je  $K = eV$ . **1 bod**

Za  $\lambda = 245nm$  proizlazi  $W_i = 2,1eV$ . **2 boda**

Najveća valna duljina fotona koji će još uvijek izbaciti elektron, doduše kinetičke energije

nula, dobije se iz  $\frac{hc}{\lambda_m} = W_i$ , odakle je  $\lambda_m = 591nm$ . **2 boda**

Dakle, vidljiva svjetlost može izbacivati elektrone čije će brzine biti od 0 za  $\lambda = \lambda_m = 591nm$  do

$v = \sqrt{2K/m_e} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left( \frac{hc}{\lambda} - W_i \right)} = 5,94 \cdot 10^5 m/s$  za  $\lambda = 400nm$ . **3 boda**