

**Društvo matematikov, fizikov
in astronomov Slovenije**

Jadranska ulica 19
1000 Ljubljana

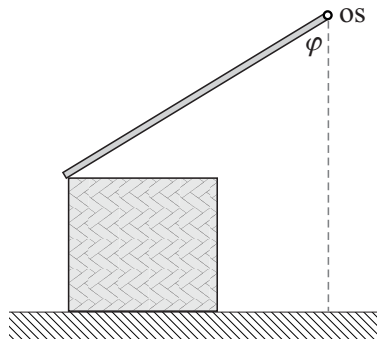
Tekmovalne naloge DMFA Slovenije

Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije dovoljuje shranitev v elektronski obliki, natis in uporabo gradiva v tem dokumentu **za lastne potrebe učenca/dijaka/študenta in za potrebe priprav na tekmovanje na šoli, ki jo učenec/dijak/študent obiskuje**. Vsakršno drugačno reproduciranje ali distribuiranje gradiva v tem dokumentu, vključno s tiskanjem, kopiranjem ali shranitvijo v elektronski obliki je prepovedano.

Še posebej poudarjamo, da **dokumenta ni dovoljeno javno objavljati na drugih spletnih straneh** (razen na www.dmfa.si), dovoljeno pa je dokument hraniti na npr. spletnih učilnicah šole, če dokument ni javno dostopen.

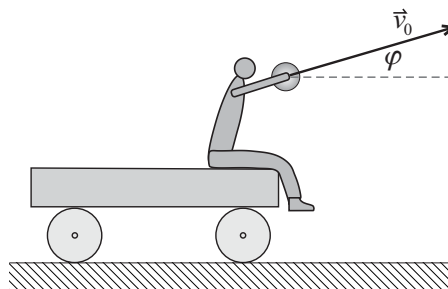
Skupina I

- Dijak se uči streljati z lokom. Cilja središče okrogle tarče z radijem 0,5 m. Puščica vedno zapusti lok s hitrostjo 60 m/s in v višini središča tarče. Zanemari zračni upor.
 - Pri kolikšni najmanjši razdalji od tarče bo dijak popolnoma zgrešil tarčo, če puščico izstrelji v vodoravni smeri?
 - Pod kolikšnim kotom pa mora izstreliti puščico, da bo pri razdalji, izračunani pri a), zadel središče tarče? Mogoče boš potreboval zvezo $2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha$.
- Vrtljivo vpeto loputo z maso 1 kg podpremo z zabojem z maso 2 kg tako, da loputa zanemarljivo malo sega čez rob zaboja, med loputo in navpičnico pa je kot $\varphi = 60^\circ$ (glej sliko). Med zabojem in loputo ni lepenja, med zabojem in tlemi pa je.
 - S kolikšno silo deluje loputa na zaboj?
 - S kolikšno silo pritiska zaboj pravokotno na vodoravna tla?
 - Kolikšna je sila lepenja med zabojem in tlemi?
 - Kolikšen mora biti najmanj koeficient lepenja, da zaboj ne zdrsne?



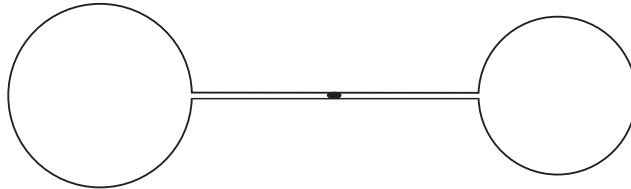
- Fantiček se na mirujočem vozičku z lahкими kolesi igra z medicinko (težka žoga). V nekem trenutku jo vrže z vozička s hitrostjo $v_0 = 1$ m/s in pod kotom $\varphi = 10^\circ$ glede na okolico, kot kaže slika.
 - Kolikšna je relativna hitrost medicinke v vodoravni smeri glede na voziček?
 - Koliko dela je opravil fantiček?

Masa medicinke je 1 kg, masa fantička skupaj z vozičkom pa 20 kg.



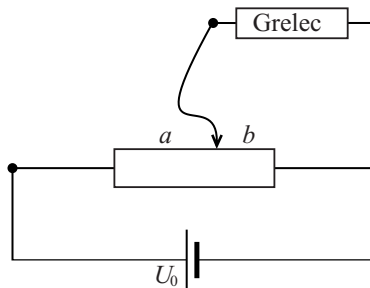
Skupina II

1. Dve okrogli stekleni posodi povežemo z dolgo ozko vodoravno cevko s polmerom 2 mm, kot kaže slika. Sredino cevke zapira majhna kapljica živega srebra. Kapljica tako deli sestavljeno posodo, v kateri je zrak s temperaturo 27°C , v dva dela. Prostornina leve posode skupaj z delom cevke do kapljice je 100 cm^3 , prostornina desne prav tako z delom cevke do kapljice pa je 60 cm^3 . Za koliko se v cevki premakne kapljica živega srebra, če zrak v levi posodi segrejemo za 1°C , v desni pa za toliko ohladimo? Raztezanje posode je pri tem zanemarljivo.



2. Fizik želi v dveh urah izpariti en deciliter vode z začetno temperaturo 20°C . Grelce z uporom $500\ \Omega$ poveže z drsnim upornikom z uporom $223\ \Omega$, ki ga veže v vezje kot potenciometer (glej sliko, puščica je simbol za drsni). Celotno vezje nato priključi na napetostni enosmerni izvir $U_0 = 380\text{ V}$ z zanemarljivim notranjim uporom. Grelce porabi le polovico moči za segrevanje vode.

Specifična izparilna toplota vode je $2,26\text{ MJ/kg}$.



- a) Kolikšna mora biti moč grelca?
b) Kolikšna je potem napetost na grelcu?
c) Kolikšno je razmerje dolžin $\frac{a}{b}$, označenih na sliki?
3. Iz posode v obliki kocke s stranico 10 cm napravimo ploščati kondenzator, tako da (vodoravni) zgornja in spodnja ploskev predstavljata plošči kondenzatorja. Med plošči priključimo napetost 40 V .
- a) Za koliko se spremeni naboj na ploščah, če posodo napolnimo z dielektrično tekočino z dielektričnostjo $\varepsilon = 4$? (Če je v kondenzatorju snov z dielektričnostjo ε , se kapaciteta kondenzatorja poveča za faktor ε v primerjavi s praznim kondenzatorjem.)
b) Odtočimo polovico tekočine. Za koliko se spremeni naboj na ploščah?
c) Posodo obrnemo za 90° , tako da sta sedaj plošči kondenzatorja na (navpičnih) stranskih ploskvah posode. Za koliko se spremeni naboj na ploščah?

Skupina III

1. V dolgem pokončnem valju je brez trenja gibljiv bat z maso 2 kg in ploščino 20 cm^2 , ki zapira 2 l zraka s temperaturo 27°C . Na batu je utež z maso 10 kg. Valj in bat so iz snovi z dobro toplotno izolacijo. Tlak okolišnega zraka je 100 kPa.

a) Kolikšni sta masa in tlak zraka v valju?

Utež hitro odstranimo in bat se začne dvigati.

b) Kolikšen je tlak zraka v valju, ko je bat v ravnovesni legi?

c) Kolikšna je temperatura zraka v valju, ko je bat v ravnovesni legi?

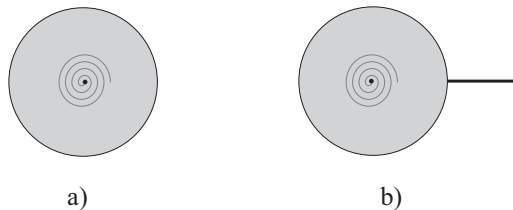
d) Koliko dela opravi zrak do trenutka, ko doseže bat ravnovesno lego?

Specifična toplota zraka pri konstantnem volumnu je 720 J/kgK , pri konstantnem tlaku pa 1010 J/kgK .

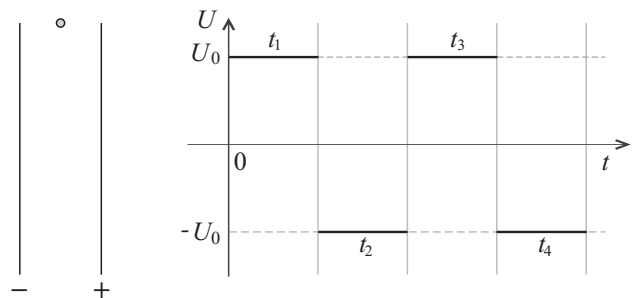
2. Torzijsko nihalo sestavljata okoli vodoravne geometrijske osi vrtljiv valj in polžasta vzmet (slika a)). Eno krajišče polžaste vzmeti je pripeto na os valja, drugo krajišče pa je togo vpeto izven valja. Polmer valja je 0,1 m, masa valja je 3 kg, sučni koeficient polžaste vzmeti pa $D = 0,20 \text{ Nm}$.

a) Kolikšen je nihajni čas nihala?

b) Na obod valja pritrdimo palico z maso 0,5 kg in dolžino 0,1 m. Palica je vodoravna in ima radialno smer glede na valj (slika b)). Kolikšen je sedaj nihajni čas?



3. Majhno nabito kroglico z nabojem $+0,5 \mu\text{As}$ in maso 1 g postavimo na sredino med ploščama in na vrh nabitega, navpično postavljenega velikega ploščatega kondenzatorja z razdaljo med ploščama 5 cm (glej sliko). Kroglico spustimo ob času $t = 0$. Napetost na kondenzatorju se spreminja, kot je prikazano na grafu na sliki, pri čemer je $U_0 = 100 \text{ V}$. Dolžina posameznih časovnih intervalov t_n na grafu je enaka 0,3 s. Ob času $t = 0$ je polariteta kondenzatorja takšna, kot kaže slika.



a) Čez koliko časa kroglica prvič zadene ploščo in kolikšna je takrat hitrost kroglice v vodoravni smeri?

b) Za koliko se spusti kroglica in koliko je oddaljena od leve plošče po času t_1 ? Kolikšni sta po tem času vodoravna in navpična komponenta hitrosti in v kateri smeri se giblje kroglica?

c) Za koliko je oddaljena kroglica od leve plošče, ko pade za 80 cm? Kolikšni sta takrat vodoravna in navpična komponenta hitrosti in v kateri smeri se giblje kroglica?

Predpostavi, da je žogica obdana z izolatorjem in da so vsi trki prožni.

Regijsko tekmovanje srednješolcev iz fizike v letu 2015

©Tekmovalna komisija pri DMFA

27. marec 2015

Kazalo

1	Skupina I – rešitve	2
2	Skupina II – rešitve	5
3	Skupina III – rešitve	8

1 Skupina I – rešitve

1. Podatki: $r = 0,5 \text{ m}$, $v_0 = 60 \text{ m/s}$.

a) V vodoravni smeri se puščica giblje enakomerno in naredi pot $x = v_0 t$, v navpični pa pada enakomerno pospešeno, $y = \frac{1}{2} g t^2$, in doseže spodnji rob tarče ($y = r$) ob času

$$t = \sqrt{\frac{2r}{g}}.$$

V tem času opravi pot

$$x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2r}{g}} = 19,2 \text{ m}.$$

Najmanjša razdalja, pri kateri zgreši tarčo, je 19,2 m.
[4 t.]

b) V tem primeru veljajo enačbe za poševni met:

$$x = v_0 t \cos \varphi, \quad y = v_0 t \sin \varphi - \frac{1}{2} g t^2.$$

Iz zahteve $y = 0$ sledi

$$v_0 t \sin \varphi - \frac{1}{2} g t^2 = 0, \quad t = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$$

in iz enačbe za x :

$$x = v_0 \frac{2v_0 \sin \varphi \cos \varphi}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}.$$

[4 t.]

Končno

$$\sin 2\varphi = \frac{gx}{v_0^2}, \quad \varphi = 1,5^\circ.$$

Puščico mora izstreliti po kotom $1,5^\circ$ proti vodoravnici.
[2 t.]

(Lahko izhajamo iz enačbe za domet pri poševnem metu.)

2. Podatki: $m = 1 \text{ kg}$, $M = 2 \text{ kg}$, $\varphi = 60^\circ$.

a) Sila lopute na zaboj (F) deluje v pravokotni smeri glede na loputo; nasprotno enaka sila deluje na loputo. Iz ravnovesja navorov na loputo sledi:

$$mg \frac{1}{2}l \sin \varphi = Fl, \quad F = \frac{mg \sin \varphi}{2} = \frac{mg\sqrt{3}}{4} = 4,24 \text{ N}.$$

[3 t.]

b) Na tla pritiska navpična komponenta sile F in teža zaboja:

$$F_{\perp} = Mg + F \sin \varphi = \left(M + \frac{m \sin^2 \varphi}{2} \right) g = \left(M + \frac{3m}{8} \right) g = 23,3 \text{ N}.$$

[3 t.]

c) Sila lepenja mora uravnovesiti vodoravno komponento sile lopute na zaboj:

$$F_l = F \cos \varphi = \frac{mg \sin \varphi \cos \varphi}{2} = \frac{mg\sqrt{3}}{8} = 2,12 \text{ N}.$$

[2 t.]

d) Koeficient lepenja mora biti vsaj

$$k_l = \frac{F_l}{F_{\perp}} = \frac{\sqrt{3}m}{8M + 3m} = 0,091.$$

[2 t.]

3. Podatki: $m = 1 \text{ kg}$, $M = 20 \text{ kg}$, $v_0 = 1 \text{ m/s}$, $\varphi = 10^\circ$.

a) Ohranja se vodoravna komponenta skupne gibalne količine. Na začetku je enaka 0, na koncu je enaka vsoti gibalne količine vozička s fantičkom, ki se giblje s hitrostjo v v levo, in vodoravne komponente gibalne količine medicinke:

$$0 = Mv + mv_0 \cos \varphi, \quad v = -\frac{mv_0 \cos \varphi}{M}.$$

(Predznak pove, da se voziček s fantičkom giblje v levo.)

[3 t.]

Relativna hitrost glede na voziček je razlika vodoravne komponente hitrosti medicinke in hitrosti vozička s fantičkom:

$$v_r = v_0 \cos \varphi - v = v_0 \cos \varphi + \frac{mv_0 \cos \varphi}{M} = \frac{M + m}{M} v_0 \cos \varphi = 1,03 \text{ m/s}.$$

[2 t.]

b) Delo se porabi za povečanje kinetične energije medicinke in vozička s fantičkom:

$$A = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 \left(1 + \frac{m}{M} \cos^2 \varphi\right) = 0,524 \text{ J}.$$

[5 t.]

2 Skupina II – rešitve

1. Podatki: $V_1 = 100 \text{ cm}^3$, $V_2 = 60 \text{ cm}^3$, $T_0 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta T = 1 \text{ }^\circ\text{C}$, $r = 2 \text{ mm}$.

Zapišimo splošno plinsko enačbo za spremembo v levi posodi:

$$\frac{p(V_1 + \Delta V)}{T_0 + \Delta T} = \frac{p_0 V_1}{T_0},$$

pri čemer smo s p_0 označili začetni tlak v posodi, s p tlak po spremembi temperature in z ΔV povečanje prostornine.

[2 t.]

Ker je kapljica na začetku in na koncu spremembe v ravnovesju, sta tlaka v desni posodi na začetku in na koncu enaka tistima v levi posodi. Prostornina v desni posodi se zmanjša za toliko, za kolikor se v levi poveča. Splošna plinska enačba za zrak v desni posodi ima potem obliko:

$$\frac{p(V_2 - \Delta V)}{T_0 - \Delta T} = \frac{p_0 V_2}{T_0},$$

[2 t.]

Prvo enačbo delimo z V_1 , drugo pa z V_2 . Ker sta sedaj desni strani enačb enaki, lahko izenačimo tudi levi strani. Po okrajšanju p dobimo:

$$\frac{V_1 + \Delta V}{V_1(T_0 + \Delta T)} = \frac{V_2 - \Delta V}{V_2(T_0 - \Delta T)}.$$

[1 t.]

Po preureditvi sledi

$$[(V_1 + V_2) T_0 + (V_1 - V_2) \Delta T] \Delta V = 2V_1 V_2 \Delta T$$

in končno

$$\Delta V = \frac{2V_1 V_2 \Delta T}{(V_1 + V_2) T_0 + (V_1 - V_2) \Delta T} \approx \frac{2V_1 V_2 \Delta T}{(V_1 + V_2) T_0} = 0,25 \text{ cm}^3,$$

saj je drugi člen v imenovalcu majhen in ga lahko zanemarimo.

[3 t.]

Za premik kapljice dobimo

$$\Delta l = \frac{\Delta V}{\pi r^2} = 1,9 \text{ cm}.$$

[2 t.]

2. Podatki: $t = 2 \text{ h}$, $V = 0,1 \text{ l}$, $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $R_g = 500 \text{ } \Omega$, $R_0 = 223 \text{ } \Omega$, $U_0 = 380 \text{ V}$, $\eta = 0,5$, $q_i = 2,26 \text{ MJ/kg}$.

a) Toplota se porabi za segretje vode od začetne temperature T_0 do vrelišča $T_v = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ in za izparitev vode ($m = \rho V = 100 \text{ g}$):

$$Q = mc_p(T_v - T_0) + mq_i = 260 \text{ kJ}.$$

Grelec mora dovesti dva krat toliko energije, zato je celotna moč grelca:

$$P = \frac{2Q}{t} = 72 \text{ W}. \quad [3 \text{ t.}]$$

b) Iz $P = U_g^2/R_g$ sledi za napetost na grelcu:

$$U_g = \sqrt{PR_g} = 190 \text{ V}. \quad [1 \text{ t.}]$$

c) Upor dela tuljave z dolžino a in upor dela tuljave z dolžino b zapišemo kot

$$R_a = \frac{a}{a+b} R_0, \quad R_b = \frac{b}{a+b} R_0.$$

Veže lahko predstavimo kot zaporedno vezan upornik R_a z vzporedno vezanimi grelcem z uporom R_g in upornikom R_b . Za nadomestni upor grelca in upornika R_b velja

$$\frac{1}{R_n} = \frac{1}{R_g} + \frac{1}{R_b}, \quad R_n = \frac{R_g R_b}{R_g + R_b}. \quad [1 \text{ t.}]$$

Gonilna napetost U_0 se razdeli v razmerju uporov:

$$\frac{R_a}{R_n} = \frac{U_a}{U_b} = \frac{U_0 - U_b}{U_b} = \frac{U_0 - U_g}{U_g} \equiv k. \quad [2 \text{ t.}]$$

Parameter k je v našem primeru enak 1. Dobimo

$$R_a = R_0 - R_b = kR_n = \frac{kR_g R_b}{R_g + R_b}$$

in po preureditvi kvadratno enačbo za R_b :

$$R_b^2 + ((k+1)R_g - R_0)R_b - R_g R_0 = 0,$$

s splošno rešitvijo

$$R_b = \frac{R_0 - (k+1)R_g \pm \sqrt{(R_0 - (k+1)R_g)^2 + 4R_g R_0}}{2}.$$

Smiselna je rešitev s pozitivnim predznakom, $R_b = 124 \text{ } \Omega$. [2 t.]

Za iskano razmerje dobimo:

$$\frac{a}{b} = \frac{R_a}{R_b} = \frac{R_0 - R_b}{R_b} = \frac{99 \text{ } \Omega}{124 \text{ } \Omega} = 0,80. \quad [1 \text{ t.}]$$

3. Podatki: $a = 10 \text{ cm}$, $U_0 = 40 \text{ V}$, $\varepsilon = 4$.

a) Kapaciteta prazne posode je

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{a} = \frac{\varepsilon_0 a^2}{a} = \varepsilon_0 a = 0,89 \text{ pF},$$

ko je napolnjena, pa $C = \varepsilon C_0$. Sprememba naboja na ploščah je enaka

$$\Delta e = CU - C_0U = (\varepsilon - 1)C_0U = 107 \cdot 10^{-12} \text{ As}.$$

[3 t.]

b) Posodo, napolnjeno do polovice, lahko predstavimo kot zaporedno vezana kondenzatorja z razdaljo med ploščama $\frac{1}{2}a$.

$$C_1 = \frac{2\varepsilon_0 S}{a}, \quad C_2 = \frac{2\varepsilon\varepsilon_0 S}{a}.$$

[1 t.]

Za nadomestno kapaciteto C' velja

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{a}{2\varepsilon_0 S} + \frac{a}{2\varepsilon\varepsilon_0 S} = \frac{a(\varepsilon + 1)}{2\varepsilon\varepsilon_0 a^2}, \quad C' = \frac{2\varepsilon\varepsilon_0 a}{\varepsilon + 1} = \frac{2\varepsilon}{\varepsilon + 1} C_0.$$

[2 t.]

Sprememba naboja na ploščah je enaka

$$\Delta e' = C'U - CU = -\frac{(\varepsilon - 1)\varepsilon}{\varepsilon + 1} C_0U = -80 \cdot 10^{-12} \text{ As}.$$

[1 t.]

c) Vezje sedaj lahko predstavimo kot vzporedno vezana kondenzatorja s polovično ploščino, od katerih je eden prazen, drugi pa napolnjen z dielektrično tekočino

$$C'' = \frac{\varepsilon_0 S}{2a} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{2a} = \frac{\varepsilon + 1}{2} C_0.$$

[2 t.]

Sprememba naboja na ploščah je enaka

$$\Delta e'' = C''U - C'U = \left(\frac{\varepsilon + 1}{2} - \frac{2\varepsilon}{\varepsilon + 1} \right) C_0U = \frac{(\varepsilon - 1)^2}{2(\varepsilon + 1)} C_0U = 32 \cdot 10^{-12} \text{ As}.$$

[1 t.]

3 Skupina III – rešitve

1. Podatki: $m_b = 2 \text{ kg}$, $m_u = 10 \text{ kg}$, $T_0 = 27^\circ\text{C}$, $V_0 = 2 \text{ l}$, $p_0 = 100 \text{ kPa}$, $S = 20 \text{ cm}^2$, $c_V = 720 \text{ J/kgK}$, $c_p = 1010 \text{ J/kgK}$.

a) Tlak v posodi je enak vsoti zunanjega zračnega tlaka in tlaka zaradi teže uteži in bata:

$$p_a = p_0 + \frac{(m_u + m_b)g}{S} = 159 \text{ kPa}.$$

[1 t.]

Maso zraka dobimo iz splošne plinske enačbe:

$$\frac{p_a V_0}{T_0} = \frac{m}{M} R, \quad m = \frac{M p_a V_0}{R T_0} = 3,7 \text{ g}.$$

[2 t.]

b) Po odstranitvi uteži je v ravnovesju tlak enak

$$p_b = p_0 + \frac{m_b g}{S} = 110 \text{ kPa}.$$

[1 t.]

c) Sprememba je adiabatna in veljata enačbi:

$$p_a V_0^\kappa = p_b V^\kappa \quad \text{in} \quad \frac{p_a V_0}{T_0} = \frac{p_b V}{T},$$

pri čemer je $\kappa = c_p / c_V = 1,4$.

[1 t.]

Prvo enačbo potenciramo

$$p_a^{1/\kappa} V_0 = p_b^{1/\kappa} V,$$

in delimo z drugo enačbo. Dobimo

$$p_a^{1/\kappa - 1} T_0 = p_b^{1/\kappa - 1} T, \quad T = T_0 \left(\frac{p_b}{p_a} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} = 270 \text{ K}.$$

[3 t.]

d) Delo je pri adiabatni spremembi enako negativni spremembi notranje energije:

$$A = -\Delta W_n = m c_V (T_0 - T) = 80 \text{ J}.$$

[2 t.]

2. Podatki: $M = 3 \text{ kg}$, $R = 10 \text{ cm}$, $m = 0,5 \text{ kg}$, $l = 10 \text{ cm}$, $D = 0,20 \text{ Nm}$.

a) Koeficient D igra pri sučnem nihalu enako vlogo kot koeficient k pri nihalu na vijačno vzmet, vztrajnostni moment pa enako vlogo kot masa. Vztrajnostni moment valja je $J = \frac{1}{2}MR^2$, nihajni čas pa

$$t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}} = 1,72 \text{ s}.$$

[4 t.]

b) V tem primeru moramo upoštevati še vztrajnostni moment palice, ki pa se suče okoli osi, ki ne gre skozi težišče palice. Težišče je oddaljeno od osi za $R + \frac{1}{2}l$ in iz Steinerjevega izreka sledi

$$J_{\text{palica}} = m \left(R + \frac{1}{2}l \right)^2 + \frac{ml^2}{12}.$$

[3 t.]

Celotni vztrajnostni moment je vsota vztrajnostnega momenta valja in vztrajnostnega momenta palice. Za nihajni čas dobimo

$$t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J + J_{\text{palica}}}{D}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{2}MR^2 + mR(R + l) + \frac{1}{3}ml^2}{D}} = 2,29 \text{ s}.$$

[3 t.]

3. Podatki: $e = +0,5 \mu\text{As}$, $m = 1 \text{ g}$, $d = 5 \text{ cm}$, $U_0 = 100 \text{ V}$, $t_1 = 0,3 \text{ s}$, $h = 80 \text{ cm}$.

a) V navpični smeri kroglica enakomerno pospešeno pada s težnim pospeškom g , v vodoravni smeri pa se giblje pospešeno s pospeškom, ki je posledica električnega polja v kondenzatorju:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{eU_0}{md} = 1 \text{ m/s}^2.$$

in kaže proti levi plošči. Ob času t_1 pa se smer pospeška spremeni.

[1 t.]

Do trka s ploščo prepotuje v vodoravni smeri razdaljo $\frac{1}{2}d$. Za iskani čas poto-
vanja do plošče t_a velja

$$\frac{1}{2}d = \frac{1}{2}at_a^2, \quad t_a = \sqrt{\frac{d}{a}} = \sqrt{\frac{md^2}{eU_0}} = 0,224 \text{ s}.$$

[1 t.]

V tem času doseže hitrost v vodoravni smeri

$$v_{xa} = at_a = 22,4 \text{ cm/s}.$$

Račun je upravičen, saj se v tem času smer pospeška še ni spremenila.

[1 t.]

b) V času t_1 kroglica pade za

$$h_b = \frac{1}{2}gt_1^2 = 44,1 \text{ cm}$$

in doseže v navpični smeri hitrost

$$v_{yb} = gt_1 = 294 \text{ cm/s}.$$

[1 t.]

V vodoravni smeri se kroglica odbije z nasprotno enako hitrostjo. Sila sedaj zavira gibanje s pojemkom, ki je po velikosti enak a . Os x usmerimo v desno in njeno izhodišče postavimo v levo ploščo. Za vodoravno komponento hitrosti v času t_1 potem velja

$$v_{xb} = v_{xa} - a(t_1 - t_a) = 14,7 \text{ cm/s}.$$

Komponenta hitrosti je pozitivna in kaže v smeri osi x . Torej se kroglica giblje od leve plošče proti desni.

[2 t.]

V vodoravni smeri v tem času opravi pot:

$$x_b = v_{xa}(t_1 - t_a) - \frac{1}{2}a(t_1 - t_a)^2 = 1,42 \text{ cm}.$$

[1 t.]

c) Globino h doseže ob času t_c , za katerega velja

$$h = \frac{1}{2}gt_c^2, \quad t_c = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0,404 \text{ s.}$$

in v tem času doseže v navpični smeri hitrost

$$v_{yc} = gt_c = 396 \text{ cm/s.}$$

Ker se polariteta na ploščah zamenja, se ob času t_1 spremeni predznak pospeška a , ki ima sedaj isto smer kot hitrost. Za vodoravno komponento hitrosti ob času t_c dobimo

$$v_{xc} = v_{xb} + a(t_c - t_1) = 25,1 \text{ cm/s.}$$

Komponenta hitrosti v navpični smeri kaže navzdol, komponenta v vodoravni smeri pa od leve plošče proti desni. (Kota ni potrebno računati.)
[2 t.]

Za odmik od leve plošče sledi

$$x_c = x_b + v_{xb}(t_c - t_1) + \frac{1}{2}a(t_c - t_1)^2 = 3,49 \text{ cm.}$$

[1 t.]