18. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (19. март 2011)

III РАЗРЕД

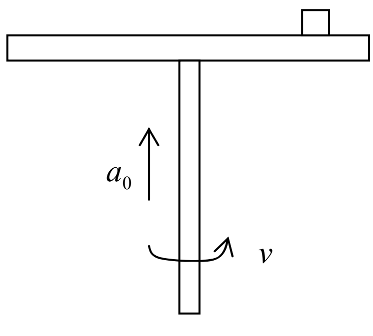
1. Двије мале једнаке куглице објешене су о дугачке непроводне нити из једне заједничке тачке. Оне су исто наелектрисане услед чега су се удаљиле на међусобно растојање $r = 5cm$. На које ново растојање ће доћи куглице ако се разелектрише једна од њих? Узети да је дужина нити L много већа од растојања између куглица r.

2. Одредити положај тачке у којој је јачина електричног поља једнака нули у близини два неједнака наелектрисања q_1 и q_2 која се налазе на растојању l у ваздуху $(\varepsilon_r \approx 1)$. Размотрити случајеве:
а) истоимених наелектрисања;
б) разноимених наелектрисања.

3. У вертикално постављеном цилиндру глатких зидова, чија је површина попречног пресјека $S = 9{,}81 \cdot 10^{-5} m^2$, испод клипа масе $m_1 = 4kg$, налази се ваздух на температури $T_1 = 400K$. Када на клип ставимо тег масе $m_2 = 6kg$ растојање клипа од дна цилиндра се смањи $n = 2$ пута. За колико степени се повећала температура гаса у цилиндру? Атмосферски притисак износи $p_0 = 10^5 Pa$, $g = 9{,}81 m/s^2$.

4. На једносмјеран извор струје унутрашњег отпора r прикључен је отпорник $R = 2\Omega$ на коме се ослобађа топлотна енергија снаге $P = 10W$. Када се паралелно том отпорнику прикључи још један такав, укупна снага се не промјени.
а) Колики је унутрашњи отпор извора струје?
б) Колика је електромоторна сила извора?

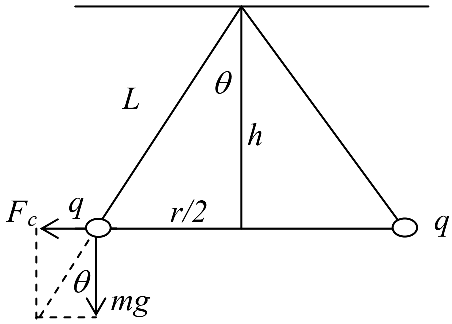
5. У лифту који се креће вертикално навише са убрзањем a_0, налази се хоризонтално постоље које се обрће фреквенцијом ν, а на постољу се налази мала кутија (слика). Знајући да је коефицијент трења између кутије и стола једанак μ, наћи максимално растојање кутије од осе обртања при коме се она још одржава на столу. Наћи убрзање кутије у односу на Земљу. (интензитет и правац).



Задатке припремили: Богдан Мијатовић и Милко Бабић
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

1.
Да би куглица била у равнотежи збир Кулонове силе и тежине куглице мора да буде у правцу нити.



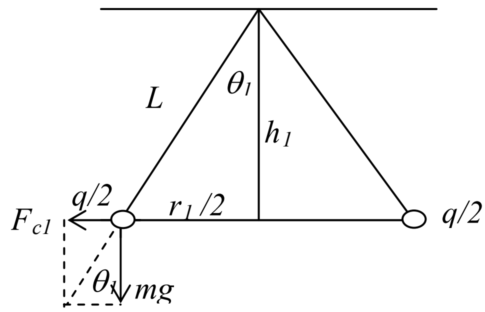
$$tg\theta = \frac{F_c}{mg} \qquad F_c = mgtg\theta$$

$$h = \sqrt{L^2 - \frac{r^2}{4}} \qquad tg\theta = \frac{r/2}{\sqrt{L^2 - \frac{r^2}{4}}}$$

$$L >> r \qquad tg\theta = \frac{r/2}{\sqrt{L^2}} \qquad tg\theta = \frac{r}{2L} \qquad F_c = mg\frac{r}{2L} \qquad F_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\frac{q^2}{r^2}$$

$$\frac{mgr}{2L} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\frac{q^2}{r^2} \qquad r^3 = \frac{2L}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\cdot\frac{q^2}{mg}$$

Када се једна куглица разелектрише, доћи ће до додира куглица и наелектрисање једне куглице ће се равномјерно расподредити на двије куглице. Након додира куглице се поново одбијају.



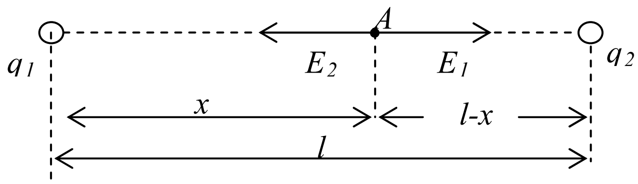
$q_1 = q_2 = \frac{q}{2}$, аналогно претходном

$$F_{c1} = mgtg\theta_1 = \frac{mgr_1}{2L}$$

$$F_{c1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\cdot\frac{(\frac{q}{2})^2}{r_1^2} \qquad \frac{mgr_1}{2L} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\frac{(\frac{q}{2})^2}{r_1^2}$$

$$r_1^3 = \frac{2L}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\cdot\frac{\left(\frac{q}{2}\right)^2}{mg} \qquad \frac{r_1^3}{r^3} = \frac{(\frac{q}{2})^2}{q^2} = \frac{1}{4} \qquad r_1 = r\cdot\sqrt[3]{\frac{1}{4}} \qquad r_1 = 3{,}15cm$$

2. а)

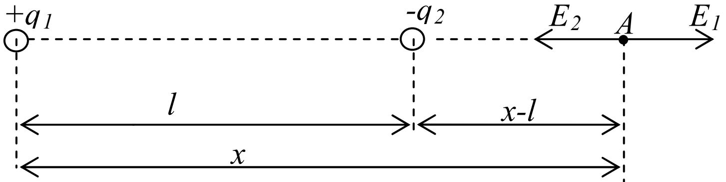


$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{x^2}$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{(l-x)^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{x^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_r}\frac{q_2}{(l-x)^2} \qquad x = \frac{\sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1}+\sqrt{q_2}}\cdot l$$

б)



$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{x^2} \qquad E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_2}{(x-l)^2} \qquad \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(x-l)^2} \qquad x = \frac{\sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1}-\sqrt{q_2}}\cdot l$$

3.

На основу једначине стања идеалног гаса и чињенице да увијек имамо исту количину гаса, можемо да пишемо да је $\dfrac{\left(p_0+\dfrac{m_1 g}{S}\right)V}{T_1}=\dfrac{\left(p_0+\dfrac{(m_1+m_2)g}{S}\right)V}{nT_2}$ $\left(V_1=V, V_2=\dfrac{V}{n}\right)$

Одавдје је $T_2=\dfrac{T_1\left[p_0+\dfrac{(m_1+m_2)g}{S}\right]}{n\left(p_0+\dfrac{m_1 g}{S}\right)}$ Разлика температура износи $\Delta T=T_2-T_1$

или кориштењем претходне једначине $\Delta T=\dfrac{T_1\left[\dfrac{m_2 g}{S}-(n-1)\left(p_0+\dfrac{m_1 g}{S}\right)\right]}{n\left(p_0+\dfrac{m_1 g}{S}\right)}$

Замјеном бројних вриједности добија се $\Delta T=40K$

4.

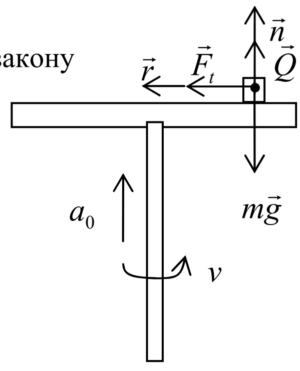
$I_1=\dfrac{\varepsilon}{R+r}$ $P_1=I_1^2 R$ $P_1=\left(\dfrac{\varepsilon}{R+r}\right)^2 R$ $P_1=\dfrac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}$

$R_1=R_2=R$ $R_e=\dfrac{R}{2}$ $P_2=I_2^2 R_e$ $P_2=\dfrac{\varepsilon^2}{(\frac{R}{2}+r)}\cdot\dfrac{R}{2}$

$P_1=P_2$ $\dfrac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}=\dfrac{\varepsilon^2}{(\frac{R}{2}+r)^2}\cdot\dfrac{R}{2}$ $r=\dfrac{\sqrt{2}}{2}R$ $r=1{,}41\Omega$

$P=\dfrac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}$ $\varepsilon=(R+r)\sqrt{\dfrac{P}{R}}$ $\varepsilon=7{,}62V$

5. Очигледно да се кутија одржава на столу због силе трења по II Њутновом закону
$m\vec{g}+\vec{F}_t+\vec{Q}=m\vec{a}$



Пројекције ове једначине на хоризонтални и вертикални правац су:
$\mu Q=ma_r$; $-mg+Q=ma_n$
гдје је $a_n=a_0$ и $a_r=\omega^2 r=4\pi^2\nu^2 r$
елиминацијом Q добија се

$\mu m(a_0+g)=m4\pi^2\nu^2 r$, одатле $r=\dfrac{\mu(a_0+g)}{4\pi^2\nu^2}$

Убрзање кутије у односу на Земљу $\vec{a}=\vec{a_0}+\vec{a_r}$ пошто је $\vec{a_0}=const$, а $\vec{a_r}$ се обрће ($\vec{a_r}=4\pi^2\nu^2\vec{r}$ у правцу радијус вектора $\vec{r}$) то ће вектор $\vec{a}$ описивати конусну површину око вертикале као на слици при том $\vec{a}$ са вертикалом гради угао одређен једначином

$tg\alpha=\dfrac{a_r}{a_0}=\dfrac{4\pi^2\nu^2 r}{a_0}$ $tg\alpha=\dfrac{4\pi^2\nu^2}{a_0}\dfrac{\mu(a_0+g)}{4\pi^2\nu^2}=\mu(1+\dfrac{g}{a_0})$