



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2012/2013. ГОДИНЕ.



Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете, Науке и Технолошког
развоја Републике Србије

РЕГИОНАЛНИ НИВО
16. март 2013.

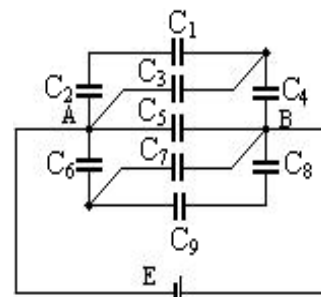
VIII
РАЗРЕД

ЗАДАЦИ

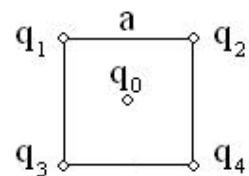
- Систем чине (слика 1.) непокретне наелектрисане куглице: $q_1 = q_2 = 0,2 \mu\text{C}$, $q_3 = q_4 = -200 \text{ nC}$, у теменима квадрата и једна слободна куглица, у центру квадрата странице $a = 20 \text{ cm}$, наелектрисања $q_0 = 200 \text{ nC}$, масе $m = 10 \text{ mg}$. Систем је положен у течни диелектрик ($\epsilon_r = 4,5$), тако да сва наелектрисања леже у једној хоризонталној равни. На ком месту слободна куглица напушта систем, тј. излази из квадратне површи. Колико има убрзање у том тренутку? Колики рад изврши електрично поље до тог тренутка? (25 поена)
- На металној сфери занемарљиве дебљине, полупречника $R_1 = 10 \text{ cm}$, равномерно је распоређено наелектрисање $q_1 = 0,5 \text{ nC}$. У њој је смештена концентрично, метална сфера такође занемарљиве дебљине, полупречника $R_2 = 12 \text{ cm}$ и наелектрисања $q_2 = -0,5 \text{ nC}$. Четири тачке су на растојањима: $r_1 = 50 \text{ mm}$, $r_2 = 60 \text{ mm}$, $r_3 = 80 \text{ mm}$ и $r_4 = 120 \text{ mm}$, од центра сфера. Одредити у којој је од наведених тачака интензитет јачине електричног поља највећи? (15 поена)
- Израчунати наелектрисања кондензатора C_1, C_2, C_8 и C_9 (слика 2.), ако је $C = 10 \mu\text{F}$ и ако су: $C_1 = C_2 = C_4 = C_6 = C_8 = C_9 = 2C$, а $C_3 = C_5 = C_7 = C$. Електромоторна сила извора је $E = 100 \text{ V}$. (25 поена)
- Када је предмет удаљен од сочива четири жижне даљине ($f_1 = 15 \text{ cm}$) добија се јасан лик предмета на заклону. Ако на истом месту, заменимо сочиво другим, чија је жижна даљина упола мања од жижне даљине првог сочива, за колико треба приближити заклон сочиву, да би лик предмета на заклону поново био јасан? (15 поена)
- Санке масе $m = 100 \text{ kg}$ крећу се под дејством силе $F \approx 100\sqrt{3} \text{ N}$, која делује под углом од 60° у односу на подлогу. Коефицијент трења између санки и подлоге је $\mu = 0,1$. Дати закључак о начину кретања санки. Ако би се санке углачале, коефицијент трења се смањује на $\mu_1 = 0,06$. Израчунати колики би био пређени пут санки, рад вучне силе и рад силе трења на том путу, за $t = 20 \text{ s}$? Користити податак да је $\sqrt{3} \approx 1,7$. (25 поена)

Потребне константе: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

Напомене: Сва решења детаљно објаснити!



Слика 2.



Слика 1.

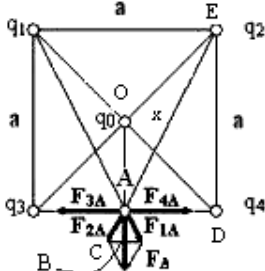
Задатке припремио: Милош Бургер, Физички факултет, Београд

Рецензент: доц. др Маја Стојановић, ПМФ, Нови Сад

Председник комисије: проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



1. Ослобођена куглица ће, под дејством Кулонове силе, излетети из области квадрата између негативно наелектрисаних куглица. Интензитет те силе се мења у току кретања, те ћемо одабрати тренутак, према услову задатка, када покретна куглица пролази између две негативно наелектрисане куглице (тачка А). Тада је резултантна сила које делују на куглицу наелектрисања q_0 , $\vec{F}_A = \vec{F}_{1A} + \vec{F}_{2A}$, јер је $\vec{F}_{3A} = -\vec{F}_{4A}$. Јачина сила од наелектрисања q_1 и q_2 су, $|\vec{F}_{1A}| = \frac{kq_1q_0}{\epsilon_r x^2} = |\vec{F}_{2A}| = \frac{kq_2q_0}{\epsilon_r x^2} = 1,60 \text{ mN}$ (3 п), где је $x = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}$. Резултантна сила која делује на слободну честицу у тренутку напуштања система је са слике, $F_A = 2\overline{AB}$. Како је паралелограм ромб, може се интензитет F_A израчунати из $\triangle ADE \sim \triangle CBA$, $\frac{x}{F_{2A}} = \frac{a}{AB}$, $F_A = \frac{2aF_{2A}}{x} = 2,86 \text{ mN}$ (3 п). Убрзање куглице је тада $a = \frac{F_A}{m} = 286 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (3 п). Како је $q_1 = q_2 = -(q_3 = q_4)$, потенцијал тачке О је: $\varphi_0 = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \varphi_0 = \varphi_0$ (4 п), док је потенцијал куглице у тачки А: $\varphi_A = \varphi'_1 + \varphi'_2 + \varphi'_3 + \varphi'_4 + \varphi_0$ (4 п). Како су $\varphi'_1 = \varphi'_2 = \frac{kq_1}{\epsilon_r x} = 1,79 \text{ kV}$ и $\varphi'_3 = \varphi'_4 = \frac{kq_3}{\epsilon_r a/2} = -4 \text{ kV}$, следи да је потенцијал у тачки А, у тренутку проласка куглице кроз њу, $\varphi_A = (-4,42 + \varphi_0) \text{ kV}$ (4 п). Рад ел. поља, извршен да би се наелектрисање q_0 преместило из тачке О у тачку А је, $A = q_0(\varphi_0 - \varphi_A) = 0,88 \text{ mJ}$ (4 п). **Напомена:** Разликовати индексе "о" и "0".
- 

2. Прва тачка се налази унутар мање сфере, па је у њој јачина поља једнака $E_1 = 0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ (због принципа Фарадејевог кавеза) (3 п). Друга тачка се такође налази у мањој сфери па је и $E_2 = 0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ (3 п), као и $E_3 = 0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ (3 п). Четврта тачка лежи на већој сфери, $E_4 = E_{q_1} + E_{q_2} = \frac{k(q_1+q_2)}{r^2} = 0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ (због супротних наелектрисања q_1 и q_2) (3 п). У свим тачкама је јачина електричног поља једнака нули, па не постоји тачка у којој је јачина поља највећа. (3 п).

3. Кондензатори C_1 и C_2 су редно везани, па је $C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = C$. Еквивалентни кондензатор C_{12} се паралелно везује са кондензатором C_3 и тада је $C_{123} = C_{12} + C_3 = 2C$. Преостаје редна веза C_{123} и C_4 , $C_{1234} = \frac{C_{123} C_4}{C_{123} + C_4} = C$ (3 п). Из симетричности система у односу на кондензатор C_5 , следи да је еквивалентни капацитет $C_{6789} = \frac{C_{789} C_6}{C_{789} + C_6} = C$ (3 п). Систем кондензатора је упрошћен и сведен на паралелну везу C_{1234} , C_5 и C_{6789} . Еквивалентни капацитет система је $C_e = C_{1234} + C_5 + C_{6789} = 3C = 30 \mu\text{F}$ (4 п). I начин: Укупно наелектрисање, које извор предаје систему, је $Q_e = C_e E = 3 \text{ mC}$ (3 п). Део кола, кондензатори C_1 - C_4 , добијају наелектрисање од 1 мС. Због редне везе C_{123} и C_4 и мешовита веза C_{123} добија такође наелектрисање од 1 мС (4 п). Како су C_{12} и C_3 паралелно везани, свака грана ће преузети, због истог капацитета, по половину наелектрисања 0,5 мС. Кондензатори C_1 и C_2 су такође редно везани, па су: $Q_1 = Q_2 = 0,5 \text{ mC}$ (4 п). Систем је симетричан у односу грану са кондензатором C_5 , па је $Q_8 = Q_9 = 0,5 \text{ mC}$. (4 п). II начин: Преко прерасподеле напона извора. **Напомена:** Сlike трансформација система кондензатора нису обавезне.

4. У првом случају је $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1}$ (4 п), па је положај lika $l_1 = \frac{f_1 p_1}{p_1 - f_1} = \frac{4}{3} f_1$, $l_1 = 20 \text{ cm}$ (4 п). У другом случају је: $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_2} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1 - \Delta l}$. Пошто је $f_2 = \frac{f_1}{2}$, то је $l_2 = \frac{f_2 p_1}{p_1 - f_2} = l_1 - \Delta l$ и $l_2 = 8,57 \text{ cm}$ (3 п). Заклон треба приближити сочиву за $\Delta l = l_1 - l_2 = 11,43 \text{ cm}$ (4 п), да би се поново добио јасан лик.

5. Вучна сила је $F \approx 100 \sqrt{3} \text{ N}$, па су компоненте $F_p = \frac{F}{2} = 50 \sqrt{3} \text{ N}$ и $F_n = F \frac{\sqrt{3}}{2} = 150 \text{ N}$ (3 п). Сила трења зависи од реакције подлоге N , која је резултанта деловања тежине санки mg и нормалне компоненте вучне силе F_n . Како су супротног смера $N = mg - F_n = 850 \text{ N}$, па је $F_{tr} = \mu N = 85 \text{ N}$ (3 п). Из $ma = F_p - F_{tr} = 0$, закључујемо: санке се крећу сталном брзином (5 п). Мањи коефицијент трења значи смањење $F_{tr1} = \mu_1 N = 51 \text{ N}$, па се санке сада крећу убрзано $a_1 = \frac{F_p - F_{tr1}}{m} = 0,34 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, и за време t пређу пут $s = \frac{a_1 t^2}{2} = 68 \text{ m}$ (4 п). Рад вучне силе је $A_{F_p} = F_p s = 5,78 \text{ kJ}$, (3 п), а рад силе трења је: $A_{F_{tr1}} = F_{tr1} s = -3,47 \text{ kJ}$. (2 п).

Свим члановима комисије желимо успешан рад!