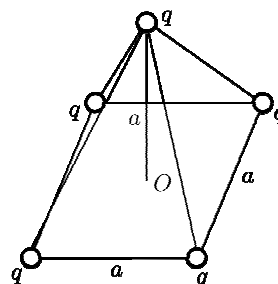


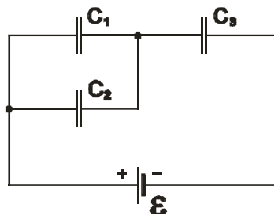
1. Колико навојака никелинске жице пречника  $d = 0.2 \text{ mm}$  треба намотати на порцелански цилиндар пречника  $D = 1.5 \text{ cm}$ , да би се добио грејач који ће у току времена  $\tau = 10 \text{ min}$  довести до кључања воде масе  $120 \text{ g}$ , чија је почетна температура била  $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Грејач је прикључен на напон  $U = 100 \text{ V}$ , а специфичан отпор жице је  $\rho = 4 \cdot 10^{-7} \text{ }\Omega\text{m}$ . Коефицијент корисног дејства грејача је  $\eta = 60 \%$ , а специфична топлота воде износи  $c = 4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ . (Млади физичар Посебна свеска „О“ 2001/2002). (20 поена)

2. Камен запремине  $0.6 \text{ m}^3$ , налази се у води на дубини  $5 \text{ m}$ . Колики рад треба извршити да би се камен подигао на површину? Густина камен је  $2.5 \text{ g/cm}^3$ , а воде  $1 \text{ g/cm}^3$ . (за убрзање силе земљине теже узети  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ) (15 поена)

3. Пет једнаких наелектрисања, свако по  $q = 1 \mu\text{C}$  смештена су у теменима пирамиде чија је основица квадрат странице  $a = 10 \text{ cm}$ , а висина пирамиде једнака је дужини странице. Наћи правац, смер и интензитет Кулонове силе која делује на наелектрисање на врху пирамиде. ( $k = 9 \cdot 10^9 \text{ F/m}$ ) (20 поена)



4. Генератор електромоторне силе  $\varepsilon = 110 \text{ V}$  и три кондензатора капацитета  $C_1 = 1 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2 \mu\text{F}$  и  $C_3 = 3 \mu\text{F}$  повезани су као што је приказано на слици. Одредити количину наелектрисања на облогама сваког од кондензатора. (20 поена)



5. Извор електромоторне силе има унутрашњи отпор вредности блиске вредности унутрашњег отпора волтметра. Један волтметар прикључен на извор показује  $U_1 = 10 \text{ V}$ . Други волтметар прикључен уместо првог показује  $U_2 = 15 \text{ V}$ . Када су волтметри спојени редно и прикључени на извор, први показује  $U_1' = 4 \text{ V}$ , а други  $U_2' = 12 \text{ V}$ . Наћи вредност електромоторне силе извора. (25 поена)

**Напомена:** Сва решења детаљно објаснити!

Задатке припремио: др Срђан Ракић

Рецензент: др Маја Стојановић

Председник комисије: др Надежда Новаковић

**Свим такмичарима желимо успешан рад!**

1. Електрична отпорност хомогеног проводника је  $R = \rho \frac{\ell}{S}$  (2п), где је дужина проводника  $\ell = N \pi D$

(2п), а површина попречног пресека  $S = \frac{\pi d^2}{4}$  (2п). Заменом се добија да је електрична отпорност

$$R = \frac{4 \rho N D}{d^2} \quad (2\text{п}).$$

Количина топлоте потребна за загревање воде је  $Q_k = mc \Delta t$  (2п), а количина

топлоте коју даје добијени грејач је  $Q_{ul} = \frac{U^2}{R} \tau$  (2п). Коefицијент корисног дејства грејача је

$$\eta = \frac{Q_k}{Q_{ul}} = \frac{mc \Delta t R}{U^2 \tau} = \frac{mc \Delta t 4 \rho N D}{U^2 \tau d^2} \quad (5\text{п}).$$

Одавде се добија да је број намотаја никелинске жице

$$N = \frac{\eta U^2 \tau d^2}{4 \rho D mc \Delta t} \quad (2\text{п}).$$

Заменом бројних вредности добија се  $N \approx 133$  (1п).

2. Да би се камен подигао из воде, на њега треба деловати, у вертикалном правцу навише, силом  $F$  која по интензитету мора бити најмање једнака интензитету резултанте земљине теже ( $Q = mg = \rho V g$  (4п)) и силе потиска ( $F_p = \rho_v V g$  (4п)). Пошто ове силе имају исти правац, а супротан смер, интензитет силе је:  $F \geq \rho V g - \rho_v V g = 8820 \text{ N}$  (3п). За подизање камена са дубине треба извршити рад који је једнак произоду интензитета силе  $F$  и пута дуж којег је камен померан  $h$ , тј.  $A = F \cdot h$  (3п). Заменом бројних вредности добија се  $A = 44100 \text{ J}$  (1п).

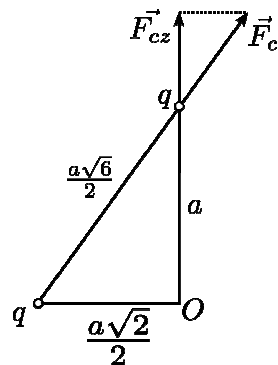
3. Правци Кулонових сила су усмерени дуж бочних ивица пирамиде као што је показано на слици (1п). Због симетрије система лако се види да се поништавају све компоненте Кулонових сила изузев оних које су усмерене дуж висине пирамиде (5п). Из сличности троуглова се види да је

$$F_C : F_{Cz} = \frac{a\sqrt{6}}{2} : a \quad (5\text{п}),$$

те следи да је  $F_{Cz} = \frac{\sqrt{6}}{3} F_C$  (2п). Пошто је

$$F_C = k \frac{q^2}{\frac{3}{2} a^2} \quad (2\text{п}),$$

то је компонента  $F_{Cz} = \frac{2\sqrt{6}}{9} k \frac{q^2}{a^2}$  (2п), а укупна сила је



одбојна и износи  $4F_{Cz} = \frac{8\sqrt{6}}{9} k \frac{q^2}{a^2}$  (2п). Заменом бројних вредности добија се  $1.96 \text{ N}$  (1п).

4. Кондензатори  $C_1$  и  $C_2$  везани паралелно могу се заменити еквивалентним кондензатором  $C_{12}$  који је редно везан са кондензатором  $C_3$ . Еквивалентан капацитет у колу да је са:

$$C_e = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} = \frac{(C_1 + C_2) \cdot C_3}{C_1 + C_2 + C_3} \quad (4\text{п}).$$

Заменом бројних вредности добија се  $C_e = 1.5 \mu\text{F}$  (1п), те је

укупна количина наелектрисања која у њему фигурише  $q = \varepsilon \cdot C_e = 1.65 \cdot 10^{-4} \text{ C} = 165 \mu\text{C}$  (3п).

Напон на облогама кондензатора  $C_1$  и  $C_2$  је једнак и може се израчунати као:

$$U_{12} = \frac{q}{C_{12}} = \frac{q}{C_1 + C_2} = 55 \text{ V} \quad (3\text{п}).$$

Коначно се добија:  $q_1 = C_1 \cdot U_{12} = 55 \mu\text{C}$  (3п),

$$q_2 = C_2 \cdot U_{12} = 110 \mu\text{C} \quad (3\text{п}) \text{ и } q_3 = q = 165 \mu\text{C} \quad (3\text{п}).$$

## ОШ Мрчајевци

5. У првом случају волтметар показује напон  $U_1 = \frac{\varepsilon}{r + r_1} r_1$  (3п), а у другом  $U_2 = \frac{\varepsilon}{r + r_2} r_2$  (3п). Редно

везани волтметри показују напоне  $U_1' = \frac{\varepsilon}{r + r_1 + r_2} r_1$  (3п) и  $U_2' = \frac{\varepsilon}{r + r_1 + r_2} r_2$  (3п). Ако се формирају

односи  $\frac{r}{r_1}$ ,  $\frac{r}{r_2}$  и  $\frac{r_1}{r_2}$  добија се  $\frac{r}{r_1} = \frac{\varepsilon - U_1}{U_1}$  (2п),  $\frac{r}{r_2} = \frac{\varepsilon - U_2}{U_2}$  (2п) и  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{U_1'}{U_2'}$  (2п). Заменом ових односа

нпр. у једначину за  $U_1'$  и сређивањем израза изражавајући непознату електромоторну силу добија се

$\varepsilon = \frac{U_2' \cdot U_1'}{U_1 - U_1'}$  (5п), а заменом бројних вредности  $\varepsilon = 20 \text{ V}$  (2п).