

Материјал за комисију

Образложење задатака: 1. задатак је прилично стандардни проблем одржања енергије, 2. задатак је типичан проблем из електростатике у којем треба користити слагање вектора. Трећи је примена основних једначина електростатике на појаве атмосферског електрицитета које они познају. 4. задатак је елегантан проблем у којем се користе практично сва правила рачуна са колима. У 5. задатку треба комбиновати са градивом из термодинамике из претходних разреда.

Општа напомена: Код свих задатака код којих се тражи нумерички резултат, ако се цела процедура спроведе до краја а само у последњем рачунању погреша, признати 18 поена. Ако се грешка у нумерички направи негде у другој половини задатка, а процедура је исправна, онда 15 поена, а ако је процедура исправна а већ је међурезултат у првој половини задатка погрешан, онда 10 поена.

1) У електрично поље улеће наелектрисана честица брзином $v = 13,88 \times 10^5$ m/s, крећући се из тачке А у којој је потенцијал $\phi_A = 5 \times 10^4$ V у тачку В са потенцијалом $\phi_B = 6 \times 10^4$ V.

Решење:

$$v = 13,88 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$$

$$\phi_A = 5 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$\phi_B = 6 \cdot 10^4 \text{ V}$$

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

$$m = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

а) $\frac{e}{m} = ?$

б)

а) $\Delta E_k = -A$

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -e(\phi_A - \phi_B) \quad \dots \dots \dots 5 \text{ БОД}$$

$$v_0 = 0, v_A = v$$

$$\frac{mv^2}{2} = e(\phi_B - \phi_A) \quad \dots \dots \dots 5 \text{ БОД}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{v^2}{2(\phi_B - \phi_A)} = \frac{13,88^2 \cdot 10^{10}}{2(6-5) \cdot 10^4} = 0,963 \cdot 10^6 \frac{C}{kg} \quad \dots \dots \dots 5 \text{ БОД}$$

б) $\frac{ne}{1,6} = \frac{n}{1,6} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{1,66 \cdot 10^{-27}} = \frac{n}{1,6} \cdot 0,363 \cdot 10^8 \frac{C}{kg} \quad \dots \dots \dots 5 \text{ БОД}$

20 БОД

БОДОВИ

2) Три наелектрисања $q_1 = 3 \text{ nC}$, $q_2 = -4 \text{ nC}$ и $q_3 = 2 \text{ nC}$ налазе се у теменима правоуглог троугла, тако да се q_3 налази у темени чије стране чине прав угао. Наћи силу која делује на њега, ако је оно удаљено за $r_1 = 0,1 \text{ m}$ од наелектрисања q_1 и $r_2 = 0,08 \text{ m}$ од наелектрисања q_2 . ($k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Решење:

$$q_1 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = -4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

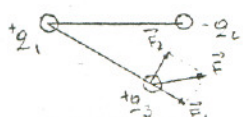
$$q_3 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$r_1 = 0,1 \text{ m}$$

$$r_2 = 0,08 \text{ m}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

$F = ?$



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad \dots \dots \dots 5$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad \dots \dots \dots 5$$

$$F_1 = k \frac{q_1 q_3}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{0,1^2} = 454 \cdot 10^{-5} \text{ N} \quad \dots \dots \dots 5$$

$$F_2 = k \frac{q_2 q_3}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{0,08^2} = 1,125 \cdot 10^{-5} \text{ N} \quad \dots \dots \dots 5$$

$$F = \sqrt{(4,54)^2 + (1,125)^2} \cdot 10^{-5} = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ N} \quad \dots \dots \dots 5$$

БОДОВИ

УКУПНО: 20

3) Средња јачина електричног пола између облака и Земље износи 3000 V/m кад се облак налази на висини од 500 m. Сметрати да је поле између облака и Земље свуда једнако и то једнако овој средњој вредности. Израчунати напон и капацитет између облака и Земље, ако се избијањем муње облак потпуно испразни. Време трајања пражњења износи 1 μ s а струја пражњења је 4.5 MA.

Решење

$$E = 3000 \frac{V}{m}$$

$$d = 500 \text{ m}$$

$$t = 1 \mu s = 10^{-6} s$$

$$I = 4.5 \text{ MA} = 4.5 \cdot 10^6 \text{ A}$$



$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow U = E \cdot d = 3000 \cdot 500 = 1.5 \cdot 10^6 \text{ V}$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{I \cdot t}{U} = \frac{4.5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6}}{1.5 \cdot 10^6} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 3 \mu\text{F}$$

4) Батерија која се састоји од N редно везаних елемената треба да напаја $n = 10$ паралелно везаних сијалица. Сви елементи имају електромоторну силу од 3 V и унутрашњи отпор $r = 0.2 \Omega$. Одредити број елемената N у батерији ако је отпор сваке сијалице $R = 70 \Omega$ а јачина струје кроз сијалицу $I = 1 \text{ A}$.

Решење

$$E_1 = 3 \text{ V}$$

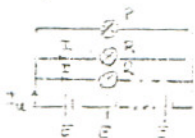
$$r = 0.2 \Omega$$

$$n = 10$$

$$R = 70 \Omega$$

$$I = 1 \text{ A}$$

$$N = ?$$



$$I_n = nI$$

$$E_n = NE$$

$$R_n = nR + \frac{R}{n}$$

$$I_n \cdot R_n = E_n$$

$$I_n \left(nR + \frac{R}{n} \right) = NE$$

$$N(E - I_n \cdot r) = \frac{R I_n}{n}$$

$$N = \frac{R n I}{n(E - n I r)}$$

$$N = \frac{70 \cdot 10 \cdot 1}{3 - 10 \cdot 0.2} = 70$$

5) Електрични потрошач и отпорник $R = 8 \Omega$ везани су редно и прикључени на напон од 220 V. Отпорником R се греје 2 kg воде која се налази на температури од 10°C . За 10 минута вода се загреје до температуре од 92.6°C . Израчунати јачину струје којом се напаја потрошач, напон на његовим крајевима и снагу потрошача. (Специфична топлота воде је 4186 J/kg)

Решење

$$R = 8 \Omega$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

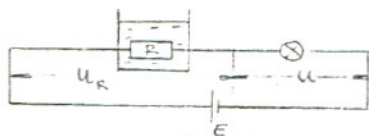
$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 92.6^\circ\text{C}$$

$$t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$$

$$c_v = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$I, U, P = ?$$



$$\Delta Q = A$$

$$m c_v \Delta t = UI t$$

$$m c_v \Delta t = I^2 R t$$

$$I = \sqrt{\frac{m c_v (t_2 - t_1)}{R t}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4186 \cdot 82.6}{8 \cdot 600}} = 12 \text{ A}$$

$$E = U_R + U \Rightarrow U = E - IR = 220 - 12 \cdot 8 = 124 \text{ V}$$

$$P = U \cdot I = 124 \cdot 12 = 1488 \text{ W} = 1.5 \text{ kW}$$