ОПШТИНСКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА 2024
9 февруари 2024

II година
(решенија на задачите)

Задача 1. Метална топка со радиус r = 10 cm се наоѓа во воздух. Електричниот потенцијал на површината на топката изнесува φ_1 = 606 V. При краток контакт помеѓу заземјен спроводник и топката, нејзиниот електричен потенцијал се намалува на φ_2 = 6 V. Колку електрони поминале низ спроводникот при овој контакт и стигнале до топката? Електричниот полнеж на електронот е еднаков на $1,6\cdot10^{-19}$ C, а диелектричната константа во вакуум изнесува $8,85\cdot10^{-12}$ F/m.

Решение:

Електричниот потенцијал на топката пред контактот е еднаков на:

$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1}{r},$$

додека пак по контактот со заземјениот спроводник изнесува:

$$\varphi_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_2}{r}.$$

Од разликата на потенцијалот:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\Delta Q}{r},$$

каде што:

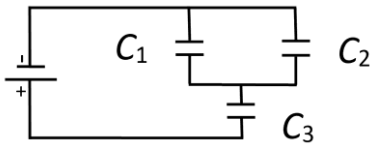
$$\Delta Q = Ne,$$

се добива вкупниот број на електрони N кои поминале низ спроводникот и стигнале до топката:

$$N = \frac{4\pi\varepsilon_0\Delta\varphi r}{e} = 41,7\cdot10^9.$$

Забелешка: За точно запишување на равенките за потенцијалите φ_1 и φ_2 се доделуваат по 3 поени. Ако ученикот ја поврзи разликата на потенцијалот со количеството електричество кое стигнало до топката се доделуваат уште 4 поени. Ако ученикот точно ја запише релацијата која го поврзува бројот на електроните со количеството електричество, се доделуваат уште 5 поени. Крајната релација, заедно со точна нумеричка вредност се наградува со преостанатите 5 поени. За погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат 2 поена.

Задача 2. Три кондензатори со капацитет C_1 = 8 μF, C_2 = 4 μF и C_3 = 3 μF, се поврзани како на Слика 1 и приклучени на напон од 100 V.



Слика 1

Да се пресмета:
а) Еквивалентниот капацитет на кодензаторите во колото.
б) Полнежот и падот на напонот на краевите на секој кондензатор.

Решение:

а) Кондензаторите C_1 и C_2 се поврзани паралелно:

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 12\ \mu\text{F}, \tag{1}$$

додека, пак, тие се поврзани со кондензаторот C_3 сериски. Затоа, еквивалентниот капацитет е еднаков на:

$$C = \frac{C_3 C_{12}}{C_3 + C_{12}} = 2{,}4\ \mu\text{F}. \tag{2}$$

б) Вкупниот полнеж на кондензаторите е еднаков на:

$$q = CU = 240\ \mu\text{C}. \tag{3}$$

Напонот на краевите на кондензаторот C_3 е еднаков на:

$$U_3 = \frac{q}{C_3} = 80\ \text{V}, \tag{4}$$

а на другите два паралелно поврзани кондензатори ќе биде еднаков:

$$U_1 = U_2 = U - U_3 = 20\ \text{V}. \tag{5}$$

Полнежот на кондензаторот C_3 е q_3 = 240 μC. За паралелно поврзаните кондензатори важи:

$$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}, \tag{6}$$

односно:

$$q_1 = \frac{C_1}{C_2} q_2. \tag{7}$$

Од друга страна пак:

$$q_3 = q_1 + q_2 = 240. \tag{8}$$

Од (7) и (8) се пресметуваат полнежите на кондензаторите C_1 и C_2:

$$q_1 = 160\ \mu\text{C},\ q_2 = 80\ \mu\text{C}.$$

Забелешка: Делот **а)** се наградува со 8 поени, а пак делот **б)** со 12 поени. Во делот **а)**, равенките (1) и (2) носат по 4 поени. Во делот **б)**, точното определување на вкупниот полнеж на кондензаторите во колото се наградува со 3 поени, а додека пак точното определување на секој полнеж на кондензаторите поединечно се наградува со по 3 поени. За секој погрешно пресметан нумерички резултат се одземаат по 2 поена, а пак за незапишување на единицата мерка во која се изразува резултатот се одзема 1 поен.

Задача 3. Еден кабел, низ којшто тече постојана струја со јачина од 5 А, се разгранува на три паралелни гранки (жици). Да се најдат јачините на струите што течат низ трите паралелни жици, ако се знае дека сите се направени од ист материјал, нивните должини се однесуваат како 2:3:4, а односот помеѓу дијаметрите е 3:4:5.

Решение:

Според Првото Кирхофово правило јачината на струјата пред разгранувањето е еднаква на збирот од струите во одделните гранки:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 5 \text{ A}. \tag{1}$$

Падот на напонот во трите гранки е еднаков:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3 \tag{2}$$

Поради тоа што жиците се направени од ист материјал, специфичниот отпор е ист за сите три жици ($\rho = \text{const}$), а пак должините и дијаметрите на жиците се однесуваат како:

$$l_1 : l_2 : l_3 = 2:3:4, \tag{3}$$

$$d_1 : d_2 : d_3 = 3:4:5, \tag{4}$$

од каде што следува:

$$R_1 : R_2 : R_3 = \frac{l_1}{d_1^2} : \frac{l_2}{d_2^2} : \frac{l_3}{d_3^2} = \frac{2}{3^2} : \frac{3}{4^2} : \frac{4}{5^2} = \frac{2}{9} : \frac{3}{16} : \frac{4}{25}. \tag{5}$$

За да се најдат јачините на струите, користејќи ги (2) и (5), ги изразуваме јачините I_2 и I_3 преку I_1:

$$I_2 = \frac{R_1}{R_2} I_1 = \frac{2}{9}\frac{16}{3} I_1 = \frac{32}{27} I_1, \tag{6}$$

$$I_3 = \frac{R_1}{R_3} I_1 = \frac{2}{9}\frac{25}{4} I_1 = \frac{50}{36} I_1, \tag{7}$$

па со замена на (6) и (7) во (1) се добива:

$$I_1 = \frac{5}{(1 + 1{,}19 + 1{,}39)} = 1{,}40 \text{ A}. \tag{8}$$

Конечно, со замена на (8) во (6) се добива:

$$I_2 = 1{,}66 \text{ A},$$

а со замена во (7) се добива:

$$I_3 = 1{,}94 \text{ A}.$$

Забелешка: За точно запишување на Првото Кирхофово правило се доделуваат 4 поени. Доколку ученикот заклучи дека напонот во секоја од жиците е ист, се доделуваат 3 поени. Ако ученикот ја запише врската помеѓу отпорот на жицата, нејзината должина и нејзиниот дијаметар и запише точна пропорција помеѓу непознатите отпори, се доделуваат 6 поени. Решавањето на системот равенки, заедно со точни нумерички резултати се наградува со преостанатите 7 поени. За секоја погрешна пресметана нумеричка вредност се одзема по 1 поен, колку што и се одзема во случај ученикот да не ја навел единицата во која се изразува резултатот.

Задача 4. Вкупното количество електричество што го создава еден акумулатор од 12 V изнесува 60 Ah. Предните светла на автомобилот користат светилки со моќност од по 36 W, а моќноста на секоја светилка на задните светла од автомобилот е 6 W. Сите светилки се поврзани паралелно на половите на акумулаторот.
а) Да се пресмета за колку време акумулаторот ќе се испразни ако при паркирање возачот ги заборавил вклучени сите светилки?
б) Колкав е отпорот на секоја од светилките и колкава е јачината на струјата што протекува низ секоја од нив? Внатрешниот отпор на акумулаторот не се зема во предвид.

Решение:

а) Времето за кое акумулаторот ќе се испразни се пресметува како:

$$t = \frac{q}{I}, \tag{1}$$

каде што струјата I што ја дава акумулаторот се дели на четирите паралелно поврзани светилки:

$$I = 2I_1 + 2I_2 . \tag{2}$$

Јачината на струјата што протекува низ секоја од предните светилки е:

$$I_1 = \frac{P_1}{U}, \tag{3}$$

а пак низ задните изнесува:

$$I_2 = \frac{P_2}{U}. \tag{4}$$

Со замена на (2), (3) и (4), од (1) се добива времето за кое ќе се испразни акумулаторот:

$$t = \frac{q}{\frac{2}{U}(P_1 + P_2)} = \frac{60}{7}\ \mathrm{h} = 8{,}57\ \mathrm{h}. \tag{5}$$

б) Отпорот на предните светилки изнесува:

$$R_1 = \frac{U^2}{P_1} = 4\ \Omega, \tag{6}$$

додека, пак, отпорот на задните светилки на автомобилот е:

$$R_2 = \frac{U^2}{P_2} = 24\ \Omega.$$

Забелешка: Делот **а)** носи 12 поени, додека делот **б)** носи 8 поени. Во делот **а)**, доколку ученикот само ја запише врската помеѓу јачината на струјата, моќноста и напонот или пак помеѓу времето и вкупниот полнеж во акумулаторот се доделуваат по 2 поена за секоја од равенките. За секој погрешно пресметан нумерички резултат се одземаат по 2 поена, а пак за незапишување на мерната единица во која е изразен резултатот, се одзема по 1 поен.

Задача 5. Во два одделни сада, за еднакво време и при еднаква јачина на струја, електролитски се нанесуваат бакар и сребро. Колкава е масата на издвоениот бакар, ако масата на издвоеното сребро изнесува m_1 = 130 g? Атомската маса на сребро и атомската маса на бакар се A_1 = 108 g/mol и A_2 = 64 g/mol, соодветно. Валентноста на сребро е еднаква на z_1 = 1, додека, пак, на бакарот z_2 = 2.

Решение:

Масата на издвоеното сребро се пресметува како:

$$m_1 = \frac{A_1}{N_A} \cdot \frac{I_1 t_1}{z_1}, \tag{1}$$

а масата на издвоениот бакар како:

$$m_2 = \frac{A_2}{N_A} \cdot \frac{I_2 t_2}{z_2}. \tag{2}$$

Според условот на задачата во двата одделни сада протекува еднакво количество електричество:

$$I_1 t_1 = I_2 t_2 = It = Q. \tag{3}$$

Со користење на (1), (2) и (3), за масата на издвоениот бакар се добива:

$$m_2 = \frac{A_2 z_1}{A_1 z_2} m_1 = 3{,}85 \cdot 10^{-2}\ \text{kg}. \tag{4}$$

Забелешка: За точно запишување на Фарадеевиот закон се доделуваат 7 поени. Ако ученикот правилно забележи дека количеството електричество кое протекува е еднакво во двата случаи, се доделуваат уште 4 поени. Крајната релација за масата на издвоениот бакар, заедно со точен нумерички резултат се наградува со преостанатите 9 поени. За погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат 3 поени, а за незапишување на мерната единица во која се изразува резултатот се одземаат 2 поена.