

# РЕГИОНАЛЕН НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА 2011

II година

(решенија на задачите)

**Задача 1.** Проектиите на почетната брзината на електрон кој се движи во електрично поле создадено од две паралелни плочи се  $v_x = 1,5 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$  и  $v_y = 3,0 \cdot 10^3 \frac{m}{s}$ . Ако електричното поле помеѓу плочите се опишува со равенката  $\vec{E} = (-120 \frac{N}{C})\vec{j}$ , ( $\vec{j}$  е единичен вектор на  $y$ -оската) да се определи забрзувањето на електронот како и брзината на електронот откако неговата  $x$  координата ќе се промени за  $\Delta x = 2,0 \text{ cm}$ . ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ).

**Решение:**

Забрзувањето на електронот се определува од вториот Њутнов закон:

$$F_e = ma,$$

каде  $F_e = eE$  е Кулоновата сила: Оттука:

$$a = \frac{eE}{m}.$$

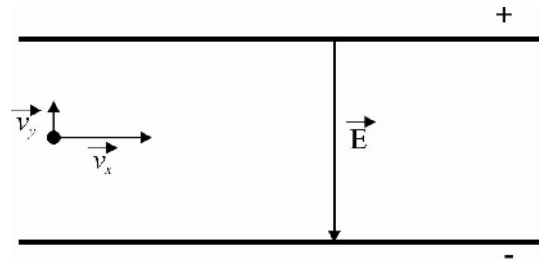
Електричното поле дејствува само долж  $y$ -оската. Ако  $x$  е поместувањето на електронот долж  $x$ -оската, проектиите на неговите брзини ќе бидат:

$$v_{x1} = v_x$$

$$v_{y1} = v_y + at = v_y + \frac{eE}{m_e}t = v_y + \frac{eE}{m_e} \frac{\Delta x}{v_x} = 2,8 \cdot 10^6 \frac{m}{s},$$

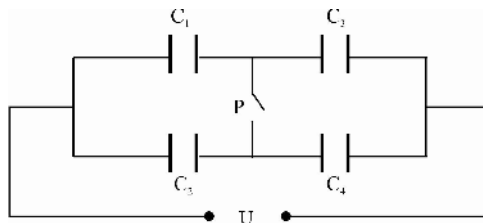
а за забрзувањето и брзината на електронот се добива:

$$a = \frac{v_{y1} - v_y}{t} = \frac{v_{y1} - v_y}{\frac{x}{v_x}} = 2,1 \cdot 10^{13} \frac{m}{s^2} \quad ; \quad v_1 = \sqrt{v_{x1}^2 + v_{y1}^2} = 2,8 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$$



**Задача 2.** Капацитетите на кондензаторите на кондензаторската батерија прикажана на слика 1 се:  $C_1 = 1 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 3 \mu\text{F}$  и  $C_4 = 4 \mu\text{F}$ . Ако напонот на кој е приклучена кондензаторската батерија изнесува  $12 \text{ V}$ , да се пресмета:

- Капацитетот на кондензаторската батерија како и полнежот и напонот на секој од кондензаторите во случај кога прекинувачот P е отворен,
- Капацитетот на кондензаторската батерија како и полнежот и напонот на секој од кондензаторите во случај кога прекинувачот P е затворен.



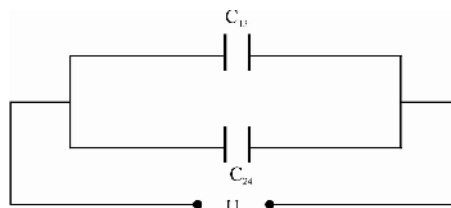
Слика 1

**Решение:**

- Во случај кога прекинувачот е отворен тогаш кондензаторите  $C_1$  и  $C_3$  се поврзани сериски како и кондензаторите  $C_2$  и  $C_4$ . За еквивалентниот капацитет на батеријата се добива:

$$C_{13} = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3}, \quad C_{24} = \frac{C_2 C_4}{C_2 + C_4}$$

$$C_e = C_{13} + C_{24} = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3} + \frac{C_2 C_4}{C_2 + C_4} = \frac{25}{12} \mu\text{F}$$



Слика 1a

Во случај кога прекинувачот е отворен двете гранки од батеријата се наоѓаат на потенцијалот од батеријата. Бидејќи кондензаторите  $C_1$  и  $C_3$  се поврзани сериски како и кондензаторите  $C_2$  и  $C_4$  полнежот кој би го имал кондензаторот со капацитет  $C_{13}$  ќе биде ист со полнежите на кондензаторите  $C_1$  и  $C_3$ . Исто така полнежот кој би го имал кондензаторот со капацитет  $C_{24}$  ќе биде ист со полнежите на  $C_2$  и  $C_4$ . Според тоа имаме:

$$Q_1 = Q_3 = C_{13} U = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3} U = 9 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q_2 = Q_4 = C_{24} U = \frac{C_2 C_4}{C_2 + C_4} U = 16 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

За напоните на краевите на секој од кондензаторите имаме:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{\frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3} U}{C_1} = \frac{C_3}{C_1 + C_3} U = 9 \text{ V}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{\frac{C_2 C_4}{C_2 + C_4} U}{C_2} = \frac{C_4}{C_2 + C_4} U = 8 \text{ V}$$

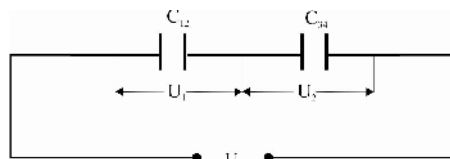
$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{\frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3} U}{C_3} = \frac{C_1}{C_1 + C_3} U = 3 \text{ V}$$

$$U_4 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{\frac{C_2 C_4}{C_2 + C_4} U}{C_4} = \frac{C_2}{C_2 + C_4} U = 4 \text{ V}$$

б) Во случај кога прекинувачот е затворен тогаш кондензаторите  $C_1$  и  $C_2$  се поврзани паралелно како и кондензаторите  $C_3$  и  $C_4$ . За еквивалентниот капацитет на батеријата се добива:

$$C_{12} = C_1 + C_2, \quad C_{34} = C_3 + C_4$$

$$C_e = \frac{C_{12} C_{34}}{C_{12} + C_{34}} = \frac{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}{C_1 + C_2 + C_3 + C_4} = \frac{21}{10} \mu\text{F} = 2,1 \mu\text{F}$$



Слика 16

Полнежот на еквивалентниот капацитет ќе биде еднаков на полнежите на кондензаторите  $C_{12}$  и  $C_{34}$ :

$$Q_e = Q_{12} = Q_{34} = C_e U = \frac{C_{12} C_{34}}{C_{12} + C_{34}} U = 25,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Напонот на кондензаторот  $C_{12}$  ќе биде еднаков на напонот на кондензаторите  $C_1$  и  $C_2$  додека напонот на кондензаторот  $C_{34}$  ќе биде еднаков на напоните на кондензаторите  $C_3$  и  $C_4$ :

$$U_{12} = U_1 = U_2 = \frac{Q_{12}}{C_{12}} = \frac{\frac{C_{12} C_{34}}{C_{12} + C_{34}} U}{C_{12}} = \frac{C_{34}}{C_{12} + C_{34}} U = 8,4 \text{ V}$$

$$U_{34} = U_3 = U_4 = \frac{Q_{34}}{C_{34}} = \frac{\frac{C_{12} C_{34}}{C_{12} + C_{34}} U}{C_{34}} = \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{34}} U = 3,6 \text{ V}$$

Според тоа полнежите на кондензаторите се

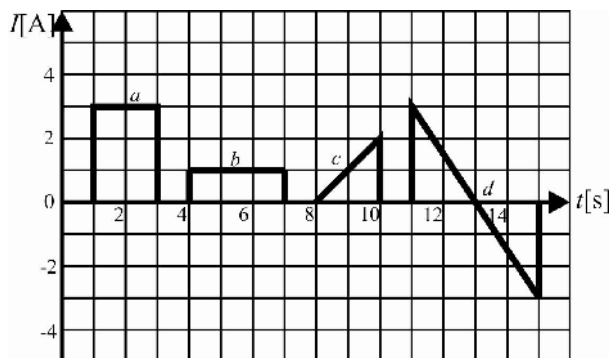
$$Q_1 = C_1 U_1 = C_1 \frac{C_{34}}{C_{12} + C_{34}} U = 8,4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q_2 = C_2 U_2 = C_2 \frac{C_{34}}{C_{12} + C_{34}} U = 16,8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q_3 = C_3 U_3 = C_3 \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{34}} U = 10,8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q_4 = C_4 U_4 = C_4 \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{34}} U = 14,4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

**Задача 3.** На слика 2 е дадена јачината на струјата која тече низ струен круг со кој се врши електролиза. Да се определи колкава маса ќе се наталожи на катодата во секој од четирите временски интервали ако електрохемискиот еквивалент на таа супстанција е  $k = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ .



Слика 2

**Решение:**

За масата од дадената супстанца која се таложи на катодата имаме

$$\Delta m = k I_{sr} \Delta t ,$$

каде  $I_{sr}$  е средната јачината на струјата низ спроводникот, додека  $\Delta t$  е временскиот интервал во кој тече струјата. Според тоа за масата од дадената супстанција која се таложи на катодата имаме:

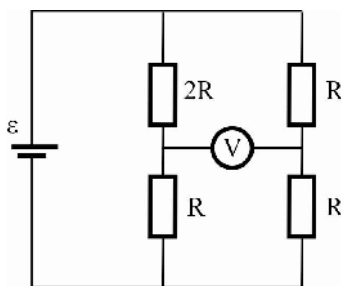
$$\Delta m_a = k I_{sr} \Delta t_a = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C} \cdot 3 \text{ A} \cdot 2 \text{ s} = 6,6 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$\Delta m_b = k I_{sr} \Delta t_b = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C} \cdot 1 \text{ A} \cdot 3 \text{ s} = 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$\Delta m_c = k I_{sr} \Delta t_c = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C} \cdot 1 \text{ A} \cdot 2 \text{ s} = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$\Delta m_d = k I_{sr} \Delta t_d = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C} \cdot 0 \text{ A} \cdot 4 \text{ s} = 0 \text{ kg}$$

**Задача 4.** Да се одреди колкава потенцијална разлика покажува волтметарот на слика 3, ако се занемари внатрешниот отпор на изворот и ако се смета дека отпорот на волтметарот е бесконечно голем.



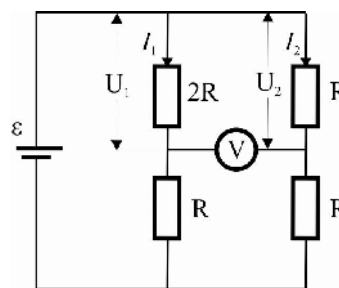
Слика 3

**Решение:**

Бидејќи внатрешниот отпор на изворот е занемарлив, како и поради фактот што отпорот на волтметарот е бесконечно голем, јачините на струите во гранките се

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{2R + R} = \frac{\varepsilon}{3R}$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R + R} = \frac{\varepsilon}{2R}$$



Слика 3а

Падовите на напоните на отпорниците со отпори  $2R$  и  $R$ , изнесуваат:

$$U_1 = I_1 \cdot 2R$$

$$U_2 = I_2 \cdot R$$

Според тоа потенцијалната разлика која ќе ја покажува волтметарот изнесува

$$\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{\varepsilon}{3R} 2R - \frac{\varepsilon}{2R} R = \frac{\varepsilon}{6}$$

**Задача 5.** Светилка работи на напон од  $2,9\text{V}$  и јачина на струја од  $0,30\text{A}$ . Ако отпорот на светилата на температура од  $20^\circ\text{C}$  е  $1,1\Omega$ , да се одреди температурата на која е вжарена жицата во светилката. Температурниот коефициент на отпорот изнесува  $0,00366^\circ\text{C}^{-1}$ .

**Решение:**

Отпорот на жицата во светилката на некоја температура се изразува преку отпорот на жицата на температура  $0^\circ\text{C}$

$$R(t) = R_0(1 + \alpha t)$$

Отпорот  $R_0$  го пресметуваме знаејќи го отпорот на  $20^\circ\text{C}$ , т.е.

$$R_{20} = R_0(1 + \alpha t_{20})$$
$$R_0 = \frac{R_{20}}{1 + \alpha t_{20}}$$

За отпорот на жицата на работната температура имаме

$$R(t) = \frac{R_{20}}{1 + \alpha t_{20}}(1 + \alpha t)$$

Заменувајќи во последната равенка

$$R(t) = \frac{U}{I}$$

После неколку елементарни трансформации за температурата на која работи светилката имаме:

$$t = \frac{1}{\alpha} \left[ \frac{U}{IR_{20}}(1 + \alpha t_{20}) - 1 \right] = 2300^\circ\text{C}$$