

Национална олимпиада по физика – Областен кръг
19 февруари 2017 г.
Тема за 9. клас – решения

Задача 1. Електрическа схема

а) При отворен ключ и постоянни токове, през кондензатора не тече ток и $I_3 = 0$ [1 т]. Ток

тече единствено през R_1 и R_2 . Имаме $I_1 = I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$ [1 т].

б) За заряда на кондензатора имаме $q = CU$ [1 т], където U е напрежението върху втория резистор. Така имаме $q = \frac{CR_2\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$ [1 т].

в) Схемата е показана вдясно [1 т]. Имаме следното:

$$\mathcal{E} = R_1 I_1 + R_2 I_2$$

$$R_2 I_2 = R_3 I_3 \quad [\text{по } 0.5 \text{ т за вярно уравнение}]$$

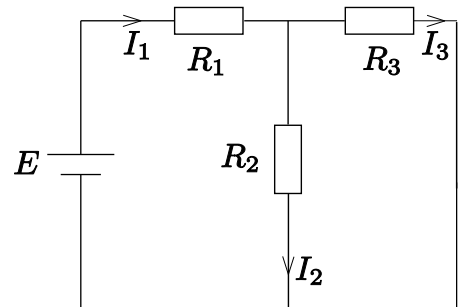
$$I_1 = I_2 + I_3$$

Така получаваме:

$$I_1 = \frac{R_2 + R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \mathcal{E}$$

$$I_2 = \frac{R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \mathcal{E} \quad [\text{по } 0.5 \text{ т за вярно уравнение}]$$

$$I_3 = \frac{R_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \mathcal{E}$$



г) Получаваме следните числени стойности: $I_1 = 2 \text{ A}$, $I_2 = I_3 = 1 \text{ A}$ [0.5 т]. За мощността имаме $P = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2$ [1 т]. Следователно $P = 6 \text{ W}$. [0.5 т].

Задача 2. Механика

а) Изпълнен е законът за запазване на енергията, където H_1 и H_2 са височините на голямото тяло в положения 1 и 2, а h_1 и h_2 са съответните височини за малкото тяло:

$$MgH_1 + \frac{Mv_1^2}{2} + mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} = MgH_2 + \frac{Mv_2^2}{2} + mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2}. \quad [1 \text{ т}]$$

Имаме $v_1 = 0$, $H_2 - H_1 = L/2$ и $h_1 - h_2 = L$ [1 т]. Получаваме $v_2 = \sqrt{\frac{2m-M}{m+M} gL}$. [1 т]

б) Тъй като движението е равноускорително, имаме $L = \frac{at^2}{2}$ [0.5 т] и $v_2 = at$ [0.5 т]. Така

получаваме $a = \frac{v_2^2}{2L} = \frac{m-M/2}{m+M} g$ [1 т].

в) Имаме $t = \frac{v_2}{a} = \frac{2L}{v_2}$ [1 т], т.е. $t = \sqrt{\frac{m+M}{2m-M} \frac{4L}{g}}$ [1 т].

г) За малкото тяло имаме $mg - T = ma$ [0.5 т], отук $T = m(g - a) = \frac{3}{2} \frac{mM}{m+M} g$ [0.5 т].

д) Трябва да е изпълнено $a > 0$ [1 т]. Така получаваме $m - M/2 > 0$, т.е. $m/M > 1/2$. [1 т]

Задача 3. Кондензатори

Част 1

а) Капацитетът е $C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \approx 1.6 \cdot 10^{-10} \text{ F}$. [1т]

б) Зарядът е $q = CU \approx 6.1 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. [1т]

в) Интензитетът е $E = \frac{U}{d} = 7.6 \cdot 10^4 \text{ V/m}$. [2т]

г) При разстояние $2d$ капацитетът на кондензатора е наполовина: $C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{2d} = \frac{C}{2}$ [0.5т].

Работата е разликата в енергиите: $A = W_2 - W_1$ [0.5т], където $W_1 = \frac{q^2}{2C}$, а $W_2 = \frac{q^2}{2C_2} = \frac{q^2}{C}$.

Използвами сме факта, че зарядът q се запазва. Така получаваме $A = \frac{q^2}{2C} \approx 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. [1т]

д) След като сме поставили гумата, капацитетът става $C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} = \epsilon_r C$ [0.25т]. Имаме

$A = W_2 - W_1$ [0.25т], т.е. $A = \frac{q^2}{2\epsilon_r C} - \frac{q^2}{2C} = -\frac{q^2}{3C} \approx -7.7 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ [0.5т], където за извеждането на

формулата за потенциалната енергия отново сме използвали факта, че зарядът се запазва.

Част 2

е) Схемата е еквивалентна на 3 успоредно свързани кондензатора [2т]. Следователно капацитетът на веригата е $3C$ [1т].