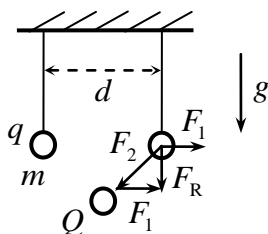


**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА**

**14 февруари 2016 година
РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ**

към темата за възрастова група 9. клас

Задача 1. Заредени топчета на нишки

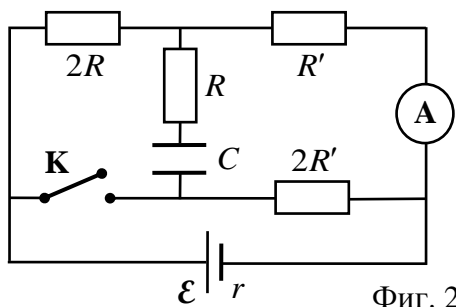


Фиг. 1

Разстоянието между долното топче и всяко едно от горните две е $d/\sqrt{2}$. [1 т.] Долното топче е отрицателно заредено, тъй като закачените топчета са с положителни заряди и се отблъскват. [1 т.] От симетрията на системата следва, че на закачените топчета действат еднакви по големина сили и е достатъчно да разгледаме само едно от тях, например дясното топче. На дясното топче действат четири сили: гравитационна с големина mg [0,5 т.], насочена вертикално надолу; електрична Кулонова сила с големина $F_1 = kq^2/d^2$ [1 т.], насочена хоризонтално надясно; електростатична сила с големина

$F_2 = 2kqQ/d^2$ [1 т.], насочена към третото топче и сила на опън на нишката T , насочена вертикално нагоре. [0,5 т.] Условието за равновесие на топчето по хоризонтално направление води до изискването сумата от двете Кулонови сили да е насочена вертикално надолу. [1 т.] Нека да означим големината на тази сумарна сила с F_R . Векторният триъгълник, който е показан на Фиг. 1, е равнобедрен и правоъгълен [0,5 т.], откъдето следва, че $F_2 = \sqrt{2}F_1$ [1 т.] и $F_R = F_1$. [0,5 т.] От първото уравнение имаме, че $|Q| = \frac{\sqrt{2}}{2}q$. [1 т.] Като използваме второто уравнение, получаваме, че $T = mg + F_R = mg + kq^2/d^2$. [1 т.]

Задача 2. Кондензаторна верига



Фиг. 2

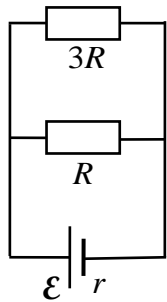
а) През кондензатора не тече ток и еквивалентната верига включва само последователно свързаните горни два резистора ($2R$ и R') и батерията. [0,5 т.] Следователно токът, който протича през батерията, е $I = \frac{\mathcal{E}}{2R + R' + r} = \frac{\mathcal{E}}{7R' + r}$. [1 т.] Тогава получаваме $R' = \frac{1}{7} \left(\frac{\mathcal{E}}{I} - r \right) \approx 1,3 \Omega$ [0,5 т.], при което имаме $R = 3R' \approx 3,9 \Omega$. [0,5 т.]

б) Зарядът на кондензатора е $q_1 = CU_1$ [0,5 т.], където U_1 е напрежението между краищата на резистора със съпротивление R' , тъй като през долните два резистора не тече ток. [1 т.] Следователно $q_1 = \frac{CI}{7} \left(\frac{\mathcal{E}}{I} - r \right) \approx 3,9 \mu C$. [1 т.]

в) При затворен ключ зарядът на кондензатора е $q_2 = CU_2$, където U_2 е напрежението между краищата на резистора със съпротивление $2R$. [1 т.] Еквивалентната схема в случая включва и резистора със съпротивление $2R'$, който е свързан успоредно на горните два резистора. [0,5

т.] Токът, който протича през батерията, е $I' = \frac{9\mathcal{E}}{14R' + 9r}$. [1 т.] Следователно напрежението между краищата на горните два резистора е $\mathcal{E} - I'r = \frac{14\mathcal{E}R'}{14R' + 9r}$ [0,5 т.], а $U_2 = \frac{2R}{2R + R'}(\mathcal{E} - I'r) = \frac{12\mathcal{E}R'}{14R' + 9r}$ [1 т.], откъдето следва, че $q_2 = \frac{12C\mathcal{E}R'}{14R' + 9r} \approx 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ C}$. [1 т.]

Задача 3. Електрическа верига



Фиг. 3

а) Електрическата схема е представена на Фиг. 3. [1 т.] В случая с един резистор токът през батерията е $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$. [0,5 т.] Мощността на резистора е

$P_R = I_1^2 R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}$ [0,5 т.], а мощността, която се отделя в батерията, е

$P_r = I_1^2 r = \frac{\mathcal{E}^2 r}{(R + r)^2}$ [0,5 т.], т.е. имаме, че $R = 5r = 1 \Omega$. [1 т.] Когато имаме два

включени резистора, токът през батерията става $I_2 = \frac{4\mathcal{E}}{3R + 4r} = \frac{4\mathcal{E}}{19r}$. [1 т.]

Общата мощност на резисторите е $P = \frac{3I_2^2 R}{4} = \frac{15I_2^2 r}{4}$. [1 т.] За електродвижещото напрежение

получаваме $\mathcal{E} = \frac{19}{2} \sqrt{\frac{rP}{15}} \approx 7,8 \text{ V}$. [1 т.]

б) Общата мощност на трите резистора е $P' = I_3^2 R_{\text{екв}}$ [0,5 т.], където еквивалентното съпротивление на трите резистора е $R_{\text{екв}} = \frac{6R}{11}$ [1 т.], а токът, който протича през батерията, е

$I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{екв}} + r} = \frac{11\mathcal{E}}{6R + 11r} = \frac{11\mathcal{E}}{41r}$. [1 т.] Така се получава, че $P' = \frac{330\mathcal{E}^2}{1681r} \approx 59 \text{ W}$. [1 т.]

При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители, крайната оценка е средно-аритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

За Националния кръг на олимпиадата се предлагат участниците, получили 20 и повече точки от решените задачи на Областния кръг.