

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА – 24.02.2013 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – IX КЛАС

Общи указания

- Численият отговор се приема за верен, ако стойността му е $\pm 5 \%$ от дадената в решението и е посочена вярната му размерност.
- Числените отговори в междинните резултати са дадени за удобство и не са задължителни.
- В крайния отговор търсените величини трябва да бъдат изразени чрез данни от условието или чрез други величини, определени на по-ранен етап от решението.

Задача 1. Ускорител на протони

а) Интензитетът на електричното поле във вътрешността на какво да е метално тяло е нула. Следователно:

$$E_A = 0. \quad [1,0 \text{ т}]$$

Ако липсва обосновка, се отнемат 0,5 т.

Интензитетът вън от сферата е равен на интензитета, създаден от точков заряд Q , разположен в центъра ѝ:

$$E_B = \frac{kQ}{R^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{(1 \text{ m})^2} = 1,8 \cdot 10^6 \text{ N/C} \quad [1,5 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

б) Понеже интензитетът на полето вътре в сферата е равен на нула, на протоните не действа електрична сила. Следователно те се движат равномерно и праволинейно, докато достигнат отвора, т.е.

$$v_1 = v_0 = 1000 \text{ m/s}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

Ако липсва обосновка, се отнемат 0,5 т.

в) На протон, излязъл от отвора, действа сила:

$$F = eE_B. \quad [1,0 \text{ т}]$$

От II принцип на Нютон следва, че:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE_B}{m} = \frac{1,8 \cdot 10^6 \text{ N/C} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \approx 1,7 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2 \quad [1,5 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

г) Потенциалът на повърхността на сферата е:

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{R} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{1 \text{ m}} = 1,8 \cdot 10^6 \text{ V}, \quad [1,0 \text{ т}]$$

а в точката M :

$$\varphi_2 = \frac{kQ}{d} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{10 \text{ m}} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ V} \quad [1,0 \text{ т}]$$

За всеки липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат по 0,5 т.

д) От закона за запазване на енергията следва:

$$\frac{mv_1^2}{2} + e\varphi_1 = \frac{mv_2^2}{2} + e\varphi_2, \quad [1,0 \text{ т}]$$

откъдето:

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{2e(\varphi_1 - \varphi_2)}{m}} \approx 1,7 \cdot 10^7 \text{ m/s}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

Задача 2. Късо съединение

а) Съпротивлението на жичката е:

$$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot 0,1 \text{ m}}{1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2} = 1,7 \cdot 10^{-2} \Omega. \quad [1,0 \text{ т}]$$

От закона на Ом за цялата верига следва, че:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{9 \text{ V}}{0,117 \Omega} \approx 77 \text{ A}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

б) От закона на Джаул-Ленц следва, че за време t в жичката се отделя количество топлина:

$$Q = I^2 R t \quad [1,0 \text{ т}]$$

Понеже цялото количество топлина води до загряване на жичката от началната температура T_1 до температурата на топене T_2 , получаваме:

$$I^2 R t = mc(T_2 - T_1), \quad [1,0 \text{ т}]$$

където

$$m = \rho_M V = \rho_M S l \quad [1,0 \text{ т}]$$

е масата на жичката. Следователно:

$$t = \frac{\rho_M S l c (T_2 - T_1)}{I^2 R} \approx 0,38 \text{ s} \quad [1,5 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

в) За същото време в батерията ще се отдели топлина:

$$Q_1 = I^2 r t = \frac{\rho_M S l c (T_2 - T_1) r}{R} = \frac{\rho_M S^2 c (T_2 - T_1) r}{\rho}. \quad [1,0 \text{ т}]$$

От друга страна:

$$Q_1 = M c \Delta T, \quad [1,0 \text{ т}]$$

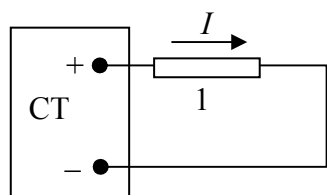
където ΔT е изменението на температурата на батерията. Така окончателно намираме:

$$\Delta T = (T_2 - T_1) \frac{\rho_M S^2 r}{\rho M} \approx 11^\circ \text{C}. \quad [1,5 \text{ т}]$$

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

Задача 3. Стабилизиран токоизправител

а) В положение А на плъзгача, веригата е еквивалентна на следната:



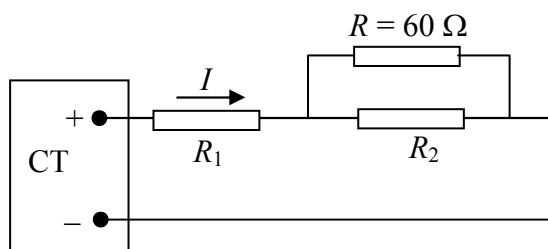
[1,0 т] Точките се присъждат и тогава, когато вместо чертеж е дадена ясна словесна обосновка.

От закона на Ом намираме: $U_A = IR_1 = 0,04 \text{ A} \cdot 150 \Omega = 6 \text{ V}$.

[1,0 т]

За липсващ или грешен числен резултат се отнемат 0,5 т.

В положение В на плъзгача, веригата е еквивалентна на следната:



[1,0 т] Точките се присъждат и тогава, когато вместо чертеж е дадена ясна словесна обосновка.

Еквивалентното ѝ съпротивление е:

$$R_{\text{екв}} = R_1 + \frac{RR_2}{R + R_2} = 150 \Omega + \frac{120 \Omega \cdot 60 \Omega}{120 \Omega + 60 \Omega} = 190 \Omega.$$

[1,0 т]

Напрежението на токоизправителя се получава от закона на Ом:

$$U_B = IR_{\text{екв}} = 0,04 \text{ A} \cdot 190 \Omega = 7,6 \text{ V}$$

[1,0 т]

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

б) Понеже резисторът и кондензаторът са свързани последователно, напрежението на токоизправителя е:

$$U = IR + U_C,$$

[1,0 т]

където U_C е напрежението на кондензатора. Веднага след затваряне на ключа кондензаторът е незареден, т.е. $U_C = 0$. Следователно:

$$U_0 = IR = 0,002 \text{ A} \cdot 5000 \Omega = 10 \text{ V}.$$

[1,0 т]

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 т.

в) Когато напрежението на токоизправителя достигне U_{max} , напрежението върху кондензатора е:

$$U_C = U_{\text{max}} - IR = U_{\text{max}} - U_0 = 5 \text{ V}.$$

[1,0 т]

Зарядът на кондензатора в този момент е: $q = CU_C = 0,2 \text{ F} \cdot 5 \text{ V} = 1 \text{ C}$.

[1,0 т]

От връзката $I = q/t$ намираме

$$t = \frac{q}{I} = \frac{1 \text{ C}}{0,002 \text{ A}} = 500 \text{ s}.$$

[1,0 т]

За липсващ или грешен числен отговор от резултата се отнемат 0,5 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.