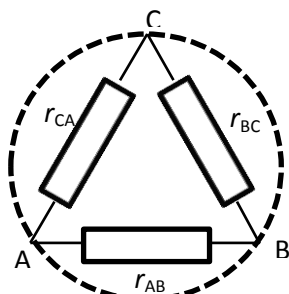


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

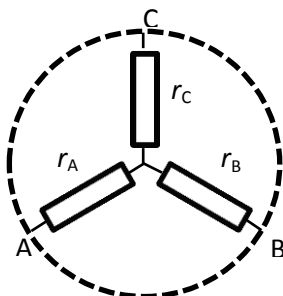
12 – 13 март 2016 г., Бургас

Тема за 7. клас, решения и указания

Задача 1. “Черни кутии” с електрически схеми.



Фиг. 1а



Фиг. 1б

а) За да намерим съпротивлението R_{AB} , разсъждаваме така: r_{CA} и r_{BC} са последователно свързани. Тяхното общо („еквивалентно“) съпротивление е $r_{ACB} = r_{CA} + r_{BC} = 50 \Omega + 30 \Omega = 80 \Omega$. [0.5 т.] Това общо съпротивление r_{ACB} и резисторът r_{AB} са успоредно свързани. Следователно омметърът ще измери

съпротивление $R_{AB} = \frac{r_{ACB} \cdot r_{AB}}{r_{ACB} + r_{AB}} = \frac{80 \Omega \cdot 20 \Omega}{80 \Omega + 20 \Omega} = 16 \Omega$. [0.5 т.] Аналогично за втория случай,

$r_{BAC} = r_{AB} + r_{CA} = 20 \Omega + 50 \Omega = 70 \Omega$. [0.5 т.], $R_{BC} = \frac{r_{BAC} \cdot r_{BC}}{r_{BAC} + r_{BC}} = \frac{70 \Omega \cdot 30 \Omega}{70 \Omega + 30 \Omega} = 21 \Omega$. [0.5 т.]

За третия случай, $r_{CBA} = r_{AB} + r_{BC} = 20 \Omega + 30 \Omega = 50 \Omega$. [0.5 т.], $R_{CA} = \frac{r_{CBA} \cdot r_{CA}}{r_{CBA} + r_{CA}} = \frac{50 \Omega \cdot 50 \Omega}{50 \Omega + 50 \Omega} = 25 \Omega$. [0.5 т.]

б) Тъй като между всеки два извода на схемата има по два последователно свързани резистора, то: $r_A + r_B = X_{AB}$, $r_B + r_C = X_{BC}$, $r_C + r_A = X_{CA}$. [1 т.] Ако съберем първото и третото равенство и от полученото ново равенство извадим второто, получаваме $r_A = \frac{X_{AB} + X_{CA} - X_{BC}}{2} = \frac{16 \Omega + 25 \Omega - 21 \Omega}{2} = 10 \Omega$. [1 т.] По същия начин $r_B = \frac{X_{BC} + X_{AB} - X_{CA}}{2} = \frac{21 \Omega + 16 \Omega - 25 \Omega}{2} = 6 \Omega$. [1 т.] и $r_C = \frac{X_{CA} + X_{BC} - X_{AB}}{2} = \frac{25 \Omega + 21 \Omega - 16 \Omega}{2} = 15 \Omega$. [1 т.]

в) При даване “накъсо” на точките А и С в схемата „триъгълник“ от Фиг. 1а, съпротивлението Y_{AB} ще е това, което се получава от успоредното свързване на r_{AB} и r_{BC} , т.е. $Y_{AB} = \frac{r_{AB} \cdot r_{BC}}{r_{AB} + r_{BC}} = \frac{20 \Omega \cdot 30 \Omega}{20 \Omega + 30 \Omega} = 12 \Omega$. [1 т.]

г) При даване “накъсо” на точките А и С в схемата „звезда“ от Фиг. 1б, съпротивлението Z_{AB} ще е това, което се получава от успоредното свързване на r_A и r_C , и последователното на тях r_B , [1 т.] т.е. $Z_{AB} = \frac{r_A \cdot r_C}{r_A + r_C} + r_B = \frac{10 \Omega \cdot 15 \Omega}{10 \Omega + 15 \Omega} + 6 \Omega = 12 \Omega$. [1 т.]

Задача 2. Колона от слоеве течности.

а) Течностите трябва да се наредят така, че всяка една да има по-малка плътност от тази под нея и по-голяма плътност от тази над нея. Отдолу нагоре те ще се наредят така: пчелен мед, кленов сироп, глицерин, веро, вода, олио, спирт за горене. [3 т.] (отнема се по 0.5 т. за всяка течност, която не е поставена „на мястото си“)

б) Масата на цялото количество течност в цилиндъра е равна на сумата от масите на отделните слоеве: $M = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7 = \rho_1 V + \rho_2 V + \rho_3 V + \rho_4 V + \rho_5 V + \rho_6 V + \rho_7 V = (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 + \rho_5 + \rho_6 + \rho_7) V$ [1 т.] $= (1,42 + 1,37 + 1,26 + 1,06 + 1,00 + 0,92 + 0,71) \frac{\text{г}}{\text{см}^3} 100 \text{ см}^3 = 782 \text{ г}$. [2 т.]

в) Телата ще застанат в такова положение, че да плават в течност с плътност, по-голяма от тази на тялото, но да са потънали в течност с плътност, по-малка от тази на тялото. Сравнявайки плътностите на телата и течностите можем да заключим, че: стоманената гайка ще потъне на дъното на цилиндъра, [1 т.] гуменото топче ще плава на границата между пчелния мед и кленовия сироп [1 т.], пластмасовото зарче ще плава на границата между глицерина и верото [1 т.], а парчето дърво ще плава на горната повърхност на спирта за горене. [1 т.]

Задача 3. Движение по река. (Две независими подзадачи)

А. Първа подзадача

а) Скоростта v_T на течението на реката е $v_T = \frac{s}{t} = \frac{300 \text{ km}}{100 \text{ h}} = 3 \text{ km/h}$. [1 т.]

б) Скоростта на кораба спрямо брега, когато се движи по течението, е сума на скоростта му спрямо повърхността на реката и скоростта на течението. [1 т.] Следователно $v_K + v_T = v_K + 3 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{300 \text{ km}}{12\frac{1}{2} \text{ h}} = 24 \text{ km/h}$. [1 т.] $v_K = 21 \text{ km/h}$. [1 т.]

в) Скоростта на кораба спрямо брега, когато се движи срещу течението, е разлика на скоростта му спрямо повърхността на реката и скоростта на течението. [1 т.] Следователно корабът ще пътува от Русе до Видин за време $t_{P-B} = \frac{300 \text{ km}}{21 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 3 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 16 \text{ h } 40 \text{ min}$ [1 т.]

Б. Втора подзадача

г) Връзките между разстояние, скорост и време в двете посоки са $v_H + v_P = \frac{l}{t_1}$ (1), $v_H - v_P = \frac{l}{t_2}$ (2). [1 т.] Ако веднъж съберем, а после извадим уравнения (1) и (2), получаваме $v_H = \frac{l}{2} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)$, $v_P = \frac{l}{2} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right)$. [1 т.] За отношението им получаваме $\frac{v_H}{v_P} = \frac{t_2 + t_1}{t_2 - t_1}$. [1 т.]

д) Замествайки числените резултати, получени в първите 3 подусловия, във формулата, получена в предното подусловие, получаваме $\frac{v_H}{v_P} = \frac{21 \text{ km/h}}{3 \text{ km/h}} = 7 = \frac{t_2 + t_1}{t_2 - t_1} = \frac{16\frac{2}{3} \text{ h} + 12\frac{1}{2} \text{ h}}{16\frac{2}{3} \text{ h} - 12\frac{1}{2} \text{ h}} = 7$. [1 т.]