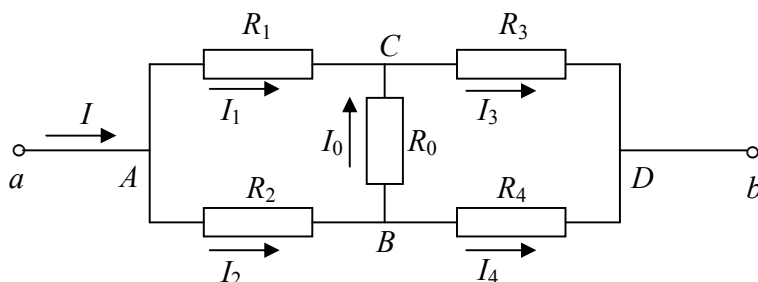


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика
Вършец, 10 ноември 2012 г.
Решения на темата за 10. клас

Задача 1. а) Еквивалентната схема на участъка ab е показана на фиг. 1 (2 т.),



Фиг. 1

където $R_1 = R_4 = 2R$ (0,5 т.), а $R_0 = R_2 = R_3 = R$ (0,5 т.).

б) Тъй като напрежението $U_{BC} \neq 0$ (0,5 т.), пресмятането на еквивалентното съпротивление ще направим по формулата

$$R_e = \frac{U}{I} = \frac{I_1 R_1 + I_3 R_3}{I} = \frac{2I_1 + I_3}{I} R. \quad (1 \text{ т.})$$

От закона за запазване на електричния заряд, приложен за възлите A , B и C имаме

$$I = I_1 + I_2, \quad I_2 = I_0 + I_4, \quad I_1 + I_0 = I_3. \quad (1,5 \text{ т.})$$

Тъй като напрежението $U_{AC} = I_1 R_1 = I_2 R_2 + I_0 R_0$, а напрежението

$U_{BD} = I_4 R_4 = I_0 R_0 + I_3 R_3$, намираме още две връзки между токовете

$$2I_1 = I_2 + I_0, \quad (0,5 \text{ т.})$$

$$2I_4 = I_0 + I_3. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Като заместим в последните две равенства I_3 и I_4 , изразени чрез I_0, I_1, I_2 получаваме

$$I_0 = 2I_1 - I_2, \quad (0,5 \text{ т.})$$

$$4I_0 = 2I_2 - I_1, \quad (0,5 \text{ т.})$$

откъдето следва равенството $3I_1 = 2I_2$. Тогава имаме

$$I_1 = \frac{2}{5} I, \quad I_2 = \frac{3}{5} I, \quad I_0 = \frac{1}{5} I, \quad I_3 = \frac{3}{5} I,$$

$$R_e = \frac{7}{5} R. \quad (1 \text{ т.})$$

в) Като отчетем конкретните стойности на U и I , намираме

$$R = \frac{5U}{7I} = 100 \, \Omega. \quad (1 \text{ т.})$$

Задача 2. а) Електричното поле, създадено от пластина 1, действа на свободните електрони в пластините 2 и 3 със сила, противоположно насочена на интензитета, при което върху лявата страна на всяка от пластините се появява некомпенсиран отрицателен заряд, а върху дясната – некомпенсиран положителен заряд. **(1 т.)** Преразпределението на електроните продължава, докато полето в пластините стане нула. **(1 т.)** Тъй като пластините 2 и 3 са първоначално незаредени от закона за запазване на електричния заряд имаме

$$q_+ + q_- = 0, \quad q_- = -q_+. \quad (1 \text{ т.})$$

В пластините интензитетът на електричното поле може да се разглежда като суперпозиция на полетата, създадени от заредената пластина 1 и две тънки заредени пластини, едната със заряд q_- , а другата със заряд q_+ . Тогава имаме

$$\frac{q}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_+}{2\varepsilon_0 S} - \frac{|q_-|}{2\varepsilon_0 S} = 0, \quad (1 \text{ т.})$$

откъдето следва

$$q_+ = \frac{q}{2}, \quad q_- = -\frac{q}{2}. \quad (1 \text{ т.})$$

б) След затваряне на ключа K се образува затворена верига със зареден плосък кондензатор, образуван от дясната страна на пластина 2 и лявата страна на пластина 3. **(1 т.)** Зарядът на кондензатора е $q/2$ и неговата енергия се дава с изрази

$$W = \frac{(q/2)^2}{2C} = \frac{q^2 d}{8\varepsilon_0 S}, \quad (1 \text{ т.})$$

като е отчетено, че капацитетът на плоския кондензатор е $C = \varepsilon_0 S/d$. **(1 т.)** При разреждането на кондензатора през бобината протича ток и като резултат от самоиндукция енергията на заредения кондензатор се трансформира в енергия на магнитното поле на бобината. Тогава имаме

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{q^2 d}{8\varepsilon_0 S}, \quad (1 \text{ т.})$$

откъдето следва

$$I_{\max} = \frac{q}{2} \sqrt{\frac{d}{\varepsilon_0 SL}} \approx 0,24 \text{ A}. \quad (1 \text{ т.})$$

Задача 3. а) Периодът на трептене на математично махало в неподвижен асансьор е

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (1 \text{ т.})$$

Когато махалото не трепти, силата на реакция $R_0 = mg$, където m е масата на махалото. При движение нагоре с ускорение a силата $F = ma$ (насочена нагоре) е резултантна на силата на реакция R_1 (насочена нагоре) и силата на тежестта mg (насочена надолу) при неподвижно махало, т.е.

$$F = R_1 - mg, \quad R_1 = m(g + a) = mg_1. \quad (1 \text{ т.})$$

Тогава за периода T_1 имаме изрази

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g + a}}. \quad (1 \text{ т.})$$

При движение надолу с ускорение a силата $F = ma$ (насочена надолу) е резултантна на силата на реакция R_2 (насочена нагоре), и силата на тежестта mg (насочена надолу) при неподвижно махало, т.е.

$$F = mg - R_2, \quad R_2 = m(g - a) = mg_2. \quad (1 \text{ т.})$$

Тогава за периода T_2 имаме изрази

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_2}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - a}}. \quad (1 \text{ т.})$$

б) При движението периодът на махалото е

$$T = \frac{t}{N} = 1,2 \text{ s} > 1 \text{ s} = T_0, \quad (1 \text{ т.})$$

откъдето следва, че асансьорът се движи надолу. (1 т.)

в) От отношението

$$\frac{T_0}{T_2} = \sqrt{\frac{g - a}{g}}, \quad (1 \text{ т.})$$

намираме

$$a = g \left(1 - \frac{T_0^2}{T_2^2} \right) \approx 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \quad (2 \text{ т.})$$