

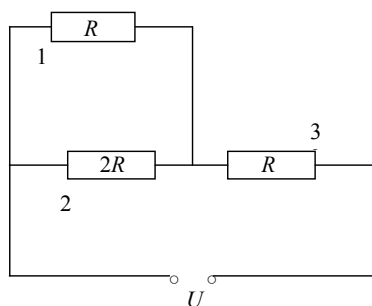
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА

Национално пролетно състезание по физика

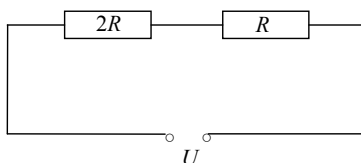
Хисаря, 16 март 2013 г.

Тема за 10 клас – решения на задачите

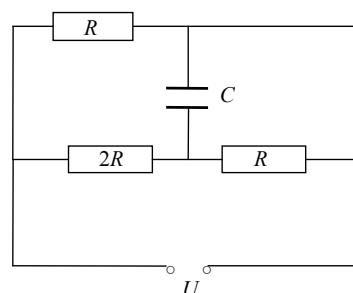
Задача 1. Електрическа верига



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

а) Веднага след включване на външното напрежение кондензаторът се държи като проводник. [1 т.] Ако ключът е в отворено положение, еквивалентната схема е изобразена на фиг. 1. Съпротивлението на успоредно свързаните резистори 1 и 2 е $R_{12} = \frac{2R}{3}$. [0,5 т.]

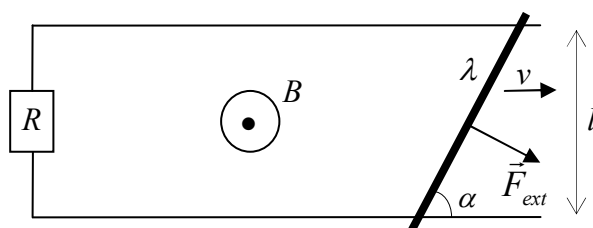
Следователно падът на напрежението върху резисторите 1 и 2 е $U_{12} = \frac{2U}{5}$ [0,5 т.], а върху резистор 3 – $U_3 = \frac{3U}{5}$. [0,5 т.] Токовете, които протичат през съответните резистори, са:

$$I_1 = \frac{2U}{5R} = 2 \text{ mA} \text{ [0,5 т.], } I_2 = \frac{U}{5R} = 1 \text{ mA} \text{ [0,5 т.] и } I_3 = \frac{3U}{5R} = 3 \text{ mA} \text{ [0,5 т.]}$$

б) След като източникът на напрежение е бил включен за достатъчно дълъг период от време, кондензаторът е зареден и не пропуска ток. [1 т.] Зарядът на кондензатора при отворено положение на ключа е $q = CU_L$, където U_L е напрежението върху левия резистор на фиг. 2 [1 т.]. Крайният отговор е: $q = \frac{2CU}{3} = 3,3 \text{ } \mu\text{C}$. [1 т.]

в) Отново кондензаторът е зареден и не пропуска ток. [1 т.] Зарядът на кондензатора при затворено положение на ключа е $q = CU_R$, където U_R е напрежението върху десния резистор на фиг. 3. [1 т.] Крайният отговор е: $q = \frac{CU}{3} = 1,7 \text{ } \mu\text{C}$. [1 т.]

Задача 2. Електромагнитна индукция



Фиг. 4

а) При движението на пръчката магнитният поток през контура се увеличава. Следователно посоката на индуцирания ток трябва да е такава, че магнитното му поле да е насочено противоположно на външното магнитно поле. По правилото на дясната ръка следва, че посоката на тока ще бъде по часовниковата стрелка. [1 т.]

б) Големината на индуцираното напрежение е: $E_I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t}$. [1 т.] Получава се, че

$$E_I = \frac{B}{\Delta t} \frac{l}{\sin \alpha} \Delta x \sin \alpha. \text{ [1 т.]} \text{ В крайна сметка } E_I = Blv = 0,175 \text{ V. [1 т.]}$$

в) Сумарното съпротивление на контура е: $R_S = R + \frac{\lambda l}{\sin \alpha}$. [1 т.] Големината на индуцирания

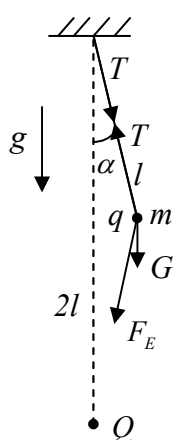
ток е: $I = \frac{U \sin \alpha}{R \sin \alpha + \lambda l} = \frac{Blv \sin \alpha}{R \sin \alpha + \lambda l}$. [1 т.] Мощността, която се отделя в резистора, е:

$$P = I^2 R = \frac{B^2 l^2 v^2 R \sin^2 \alpha}{(R \sin \alpha + \lambda l)^2} = 5,3 \text{ mW. [1 т.]}$$

г) Посоката на външната сила \vec{F}_{ext} , необходима за поддържане на движението на пръчката, е

показана на фиг. 4. [1 т.] Големината ѝ е: $F_{ext} = \frac{BIl}{\sin \alpha} = \frac{B^2 l^2 v}{R \sin \alpha + \lambda l} = 17 \text{ mN. [2 т.]}$

Задача 3. Люлеещо се топче



Фиг. 5

а) Схемата с посоките на всички сили, които действат върху топчето, е изобразена на фиг. 5. [1 т.] В приближение на малко α $F_E \approx \frac{kqQ}{l^2}$ [1 т.],

$$G = mg, \text{ а } T \approx \frac{kqQ}{l^2} + mg. \text{ [2 т.]}$$

б) Големината на силата, която е приложена в точката на окачване на нишката, е $T \approx \frac{kqQ}{l^2} + mg$ [1 т.], тъй като нишката е безмасова.

в) Резултантната сила F , която действа върху топчето при движението му, е тангенциална на траекторията му и има квазиеластичен характер. [1

т.] Нейната големина е: $F \approx -mg \sin \alpha - \frac{kqQ}{l^2} \sin 2\alpha$. [1 т.] Като се

използват свойствата на тригонометричните функции за малки ъгли, се

получава $F \approx -\left(mg + \frac{2kqQ}{l^2}\right) \sin \alpha$. [1 т.] Големината на силата може да се

представи по следния начин: $F \approx -\left(\frac{mg}{l} + \frac{2kqQ}{l^3}\right)x = -kx$ [1 т.], където x е перпендикулярното

отклонение на топчето от вертикалата, минаваща през точката на окачване на нишката. За

периода се получава: $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{l} + \frac{2kqQ}{ml^3}}} = 1,5 \text{ s. [1 т.]}$