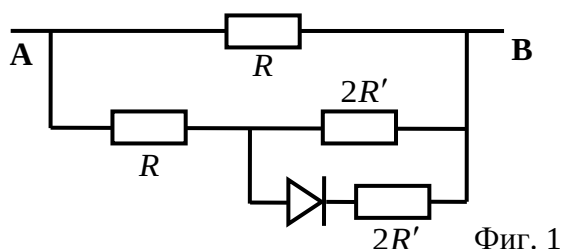


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика, Сливен, 16 ноември 2013 г.
Решения на темата за 10 клас

Задача 1. Електрическа верига.



- а) Еквивалентната схема на свързване е показана на фиг. 1. [2 т.]
- б) Ако към **A** е свързана положителната клемма на източник на ЕДН, а към **B** – отрицателната му клемма, то диодът ще пропуска ток. [0,5 т.] Тогава еквивалентното съпротивление на веригата ще бъде $R_{AB} = \frac{R(R+R')}{2R+R'}$. [1 т.] Токът, който ще протече през схемата, е $I_1 = \frac{U(2R+R')}{R(R+R')}$. [0,5 т.]
- в) Ако разменим положенията на клемите, диодът няма да пропуска ток. [0,5 т.] В този случай еквивалентното съпротивление ще бъде $R_{AB} = \frac{R(R+2R')}{2(R+R')}$. [1 т.] Токът през веригата ще бъде $I_2 = \frac{2U(R+R')}{R(R+2R')}$. [0,5 т.]
- г) Мощността, която се отделя във веригата, е $P = \frac{U^2}{R_{AB}}$. [0,5 т.] Така получаваме две уравнения за неизвестните съпротивления R и R' : $\frac{R(R+R')}{2R+R'} = \frac{U^2}{P_1} = 2 \Omega$ [0,5 т.] и $\frac{R(R+2R')}{2(R+R')} = \frac{U^2}{P_2} = \frac{9}{4} \Omega$. [0,5 т.] Т.е. $R(R+R') = 2(2R+R')$ и $2R(R+2R') = 9(R+R')$. Оттук изразяваме например R' от първото уравнение: $R' = \frac{R(4-R)}{R-2}$ [0,5 т.], и го заместваме във второто уравнение, при което получаваме следното уравнение за R : $R^2 - 6R + 9 = 0$ [1 т.], откъдето $R = 3 \Omega$. [0,5 т.] Накрая пресмятаме, че $R' = 3 \Omega$. [0,5 т.]

Задача 2. Свързани кондензатори.

- а) Капацитетът на горния кондензатор е $\frac{\varepsilon_0 S}{d} \equiv C_0$ [0,5 т.], а капацитетът на долния – $\frac{\varepsilon_0 2S}{d/2} = 4C_0$. [0,5 т.] Кондензаторите са свързани последователно [0,5 т.] и зарядите им съвпадат. [0,5 т.] Сумата от напреженията между електродите им е равна на E [0,5 т.], т.е. $E = \frac{q}{C_0} + \frac{q}{4C_0}$. [0,5 т.] Оттук следва, че зарядът на горния кондензатор е $q = \frac{4C_0 E}{5} = \frac{4\varepsilon_0 S E}{5d}$ [0,5 т.], т.е. $q \approx 2,1 \text{ nC}$. [0,5 т.]
- б) Напрежението между електродите на долния кондензатор $U = \frac{q}{4C_0} = \frac{E}{5} = 3 \text{ V}$. [1 т.]

в) Електричният ток през бобината веднага след превключването е равен на нула, тъй като в бобината се индуцира равен по големина и противоположен по посока ток. [1 т.]

г) Енергията на кондензатор със заряд q и капацитет C е $W_E = \frac{q^2}{2C}$. [0,5 т.] Енергията

на бобина с индуктивност L , през която тече ток I , е $W_B = \frac{LI^2}{2}$. [0,5 т.] В нашия случай през бобината протича максимален ток, когато цялата енергия на кондензаторите преди превключването се прехвърли в бобината [1 т.], т.е. $\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{q^2}{2C_0} + \frac{q^2}{8C_0} = \frac{5q^2}{8C_0} = \frac{2C_0 E^2}{5}$. [1 т.]

Оттук следва, че $I_{\max} = 2E\sqrt{\frac{C_0}{5L}} = 2E\sqrt{\frac{\varepsilon_0 S}{5dL}}$ [0,5 т.], т.е. $I_{\max} \approx 4 \text{ mA}$. [0,5 т.]

Задача 3. Трептяща система.

а) Големината на силата, приложена в т. О, е $F_O = k\Delta x + mg + F$. [1 т.] В същото време $k\Delta x = mg + F$ от условието за статичност на системата. [0,5 т.] Така се получава, че $F_O = 2(mg + F) \approx 10 \text{ N}$. [0,5 т.]

б) От $k\Delta x = mg + F$ следва, че $k = (mg + F)/\Delta x$ [0,5 т.], т.е. $k \approx 50 \text{ N/m}$. [0,5 т.]

в) Периодът на трептене $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. [0,5 т.] Като заместим k с намереното по-горе, получава се, че $T = 2\pi\sqrt{\frac{m\Delta x}{mg + F}} \approx 0,49 \text{ s}$. [0,5 т.]

г) Силата на тежестта, действаща върху теглилката, отмества равновесното положение на теглилката надолу с $\Delta x_0 = \frac{mg}{k}$ и съответно равновесното положение на подвижния край на пружината е отместено нагоре с $\Delta x_0 = \frac{mg}{k}$. [1 т.] По време на трептенето крайното горно положение на подвижния край на пружината съвпада с положението му преди прерязването на нишката. [0,5 т.] Така за амплитудата на трептенето се получава $A = \Delta x - \Delta x_0 = \Delta x - \frac{mg}{k}$. [1 т.] В крайна сметка $A \approx 4 \text{ cm}$. [0,5 т.]

д) Големината на силата, приложена в т. О, е равна на удвоената сила, с която пружината дърпа теглилката. [0,5 т.] Силата е минимална, когато пружината е най-малко разтегната, което съответства на най-високото положение на теглилката. [0,5 т.] Така $F_{\min} = 2[k\Delta x - 2(k\Delta x - mg)]$ [1 т.], или с други думи $F_{\min} = 2(2mg - k\Delta x) = 2(mg - F)$. [0,5 т.] Числената стойност за големината на силата е $F_{\min} \approx 2 \text{ N}$. [0,5 т.]