

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Областен кръг, 19 март 2011 г.
Решения на тема – IX клас

ЗАДАЧА 1.

а) Големината на силата определяме от закона на Кулон $F = k \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$ [1 т.]

или $F = (9 \cdot 10^9 \times 2 \cdot 10^{-6} \times 4 \cdot 10^{-6}) / (1 \cdot 10^{-2})^2 = 720 \text{ N}$ [1 т.]

Силата е на привличане, тъй като зарядите са разноименни. [1 т.]

б) Тъй като електрическият заряд се запазва, а допиращите се топчета са еднакви, то след всеки контакт между две топчета общият заряд ще се разделя по равно между тях. [1 т.]

Случай 1 – третото топче се допира първо до първото, след това до второто.

След първото допиране $Q_1' = (0 + Q_1)/2 = Q_1/2 = 1 \text{ }\mu\text{C}$ върху всяко топче. [1 т.]

След второто допиране $Q_2' = (Q_1/2 + Q_2)/2 = Q_1/4 + Q_2/2 = -1,5 \text{ }\mu\text{C}$ върху всяко топче. [1 т.]

Използваме законът на Кулон, но за зарядите Q_1' и Q_2' :
 $F = 135 \text{ N}$ и силата е отново на привличане. [1 т.]

Случай 2 – третото топче се допира първо до второто, след това до първото.

След първото допиране $Q_2' = (0 + Q_2)/2 = Q_2/2 = -2 \text{ }\mu\text{C}$ върху всяко топче. [1 т.]

След второто допиране $Q_1' = (Q_2/2 + Q_1)/2 = Q_2/4 + Q_1/2 = 0 \text{ C}$ върху всяко топче. [1 т.]

От законът на Кулон следва, че топчетата едно и две няма да си взаимодействат електрически, т.е. $F = 0 \text{ N}$. [1 т.]

ЗАДАЧА 2.

а) Ефективната стойност на тока определяме от $I = P/U = 110/220 = 0,5 \text{ A}$, [1 т.] а амплитудата му от $I_0 = I\sqrt{2} = 0,5 \times 1,41 \approx 0,7 \text{ A}$. [1 т.]

б) Съпротивлението на всеки един от проводниците определяме от $R = \frac{\rho l}{S}$ [1 т.]

или $R = (2,75 \cdot 10^{-8} \times 8 \cdot 10^3) / (4 \cdot 10^{-6}) = 55 \text{ }\Omega$ [1 т.]

За да определим тока през веригата, приравняваме ефективното напрежение на мрежата на ефективните падове на напрежението върху проводниците и консуматора

$U = 2RI + P/I$ [1 т.]

Откъдето получаваме за ефективната стойност на тока $2R \cdot I^2 - U \cdot I + P = 0$ [1 т.]

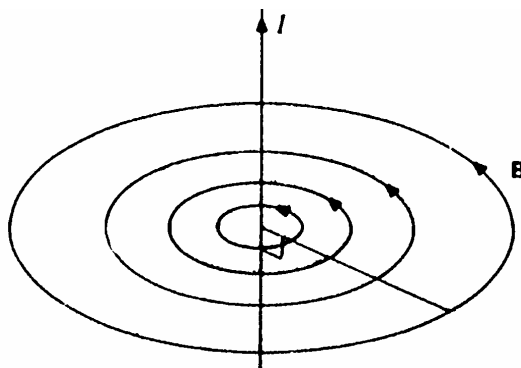
или като заместим числените стойности $110 \cdot I^2 - 220 \cdot I + 110 = 0$, [0,5 т.]

което се свежда до $(I - 1)^2 = 0$ [0,5 т.] или токът през веригата $I = 1 \text{ A}$. [1 т.]

Ефективната стойност на напрежението върху телевизора ще бъде $U_{\text{eff}} = P/I = 110 \text{ V}$ [1 т.], т.е. телевизорът ще може да работи. [1 т.]

ЗАДАЧА 3.

а) Индукционните линии на магнитната индукция са концентрични окръжности с център върху правия проводник [0,5 т.], като посоката им е обратно на часовниковата стрелка, ако гледаме срещу посоката на тока (и съответно обратно) [0,5 т.]



б) Големината на магнитната индукция е пропорционална на големината на тока и обратно пропорционална на разстоянието от проводника [1 т.]

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad [0,5 \text{ т.}] \quad \text{където } \mu_0 \text{ е магнитната константа [0,5 т.]}$$

в) Нека токовете текат в една и съща посока. Тогава по правата, свързваща двата проводника, векторите на магнитната индукция, които създават двата тока, ще са насочени един срещу друг. [1 т.] Те ще съвпадат по големина, когато

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \quad \text{като } r_1 + r_2 = a \text{ е разстоянието между двата проводника, [0,5 т.]}$$

Откъдето получаваме $r_1 = \frac{I_2}{I_1 + I_2} a$ [0,5 т.], или търсената точка се намира на

разстояние $r_1 = 2,5 \text{ cm}$ от проводника по който тече ток с големина 10 A по посока на втория проводник. [0,5 т.] и на разстояние $r_2 = 7,5 \text{ cm}$ от втория проводник. [0,5 т.]

Нека сега токовете текат в противоположни посоки. Тогава по правата, свързваща двата проводника, векторите на магнитната индукция, които създават двата тока, ще са насочени в една и съща посока. [1 т.]

Те ще са насочени в противоположни посоки по продължението на тази права, но от другата страна на проводниците. [1 т.]

Тъй като $I_2 > I_1$, то равенство по големина е възможно при $r_2 > r_1$. [0,5 т.]

Нека означим $r_1 = x$, тогава $r_2 = x + a$ и $\frac{I_1}{x} = \frac{I_2}{x + a}$ [0,5 т.]

откъдето получаваме $x = \frac{I_1}{I_2 - I_1} a$ или $r_1 = x = 5 \text{ cm}$ [0,5 т.], а $r_2 = x + a = 15 \text{ cm}$ [0,5 т.].