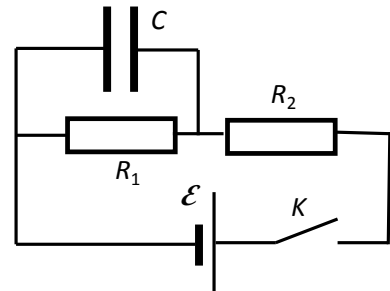


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 19 февруари 2022 г.
Тема за 10. клас (четвърта състезателна група)

Задача 1. Електрическа верига с кондензатор

Електрическа верига се състои от източник на напрежение с ЕДН \mathcal{E} , два резистора със съпротивление R_1 и R_2 , кондензатор с капацитет C и ключ K . Първоначално ключът е отворен.



а) Ключът K се затваря. Колко ще е токът I_1 , течащ през резистора R_1 веднага след момента на затварянето на ключа. [2 т.]

б) Колко ще е токът I_2 , течащ през резистора R_2 веднага след момента на затварянето на ключа. [2 т.]

в) След дълго време токът във веригата престава да се променя. Колко ще е токът I , течащ през източника на напрежение. [2 т.]

г) Ключът K се отваря. Колко ще е токът I_3 , течащ през резистора R_1 веднага след момента на отварянето на ключа. [2 т.]

д) Токът през резистора R_1 не спира веднага, а намалява плавно, като за някакво характерно време τ намалява наполовина. Намерете коя комбинация от дадените величини има размерност на време и предположете как τ зависи от тях. [2 т.]

Задача 2. Свойства на проводник в електростатично поле

В електростатиката поведението на проводник в електростатично поле може да се предскаже чисто логически, знаейки основните свойства на електростатичното поле и електричните заряди и използвайки т. нар. „метод на опровергаване на отрицанието“, т.е. да допуснем обратната ситуация и да докажем, че е невъзможна. Предполагаме, че разполагаме с идеален проводник, т.е. в него има „достатъчно много“ свободни заряди. Докажете, че:

а) електростатичното поле E_v във вътрешността на един проводник е нула, $E_v = 0$ [2 т.]

б) потенциалът φ_{Π} на всички точки от проводника (вътре в него и на повърхността му) е постоянен, $\varphi_{\Pi} = const.$ [2 т.]

в) силовите линии на електростатичното поле от външната страна на повърхността на проводника са перпендикулярни на повърхността му. [3 т.]

г) ако има кухина в проводника, то в нея липсва електростатично поле (или интензитетът на електростатичното поле е нула), дори вън от проводника да има електростатично поле. Този ефект се нарича „екраниране“. [3 т.]

Задача 3. Ефект на Хол

По прав проводник с дължина l тече ток с големина I . Проводникът се намира в еднородно магнитно поле с индукция B . Проводникът е перпендикулярен на магнитните силови линии на полето.

а) Напишете формулата за силата F_B , с която магнитното поле действа на проводника. [1 т.]

б) Проводникът има сечение S . Концентрацията на свободните електрони в него е n (това е броят свободни електрони в единица обем). Зарядът на електрона е e . Ако си

представим, че електричният ток се дължи на равномерното движение на всички свободни електрони с някаква скорост v , получите формула за тази скорост. [2 т.]

в) Ако си представим, че силата, с която магнитното поле действа на проводника, е всъщност резултантната сила, с която магнитното поле действа на движещите се електрони, получите формула за силата F_e , с която магнитното поле действа на един свободен електрон. [1 т.]

г) Свободните електрони, за да се движат праволинейно в проводника, трябва допълнителна сила да компенсира силата F_B , с която магнитното поле им действа. Тази допълнителна сила F_E се дължи на появяващо се ново електрично поле. Появата на това ново допълнително електрично поле се нарича ефект на Хол. Получете формула за интензитета E_H на това електрично поле. [2 т.]

д) Нека проводникът има правоъгълно сечение с размери b и h . Размерът b е в посока на магнитните силови линии, а размерът h - в посока на силовите линии на появилото се електрично поле. Какво напрежение U_H (нарича се Холово напрежение) ще се измери между стените, успоредни на протичащия ток и на магнитните силови линии? [2 т.]

е) Ефектът на Хол може да се използва за създаване на чувствителни сензори за магнитно поле. През тях ще се пуска ток и ще се измерва Холовото напрежение. За да е чувствителен такъв сензор, обяснете какви трябва да бъдат стойностите на концентрацията на свободните заряди (електроните) (малка или голяма?) и размера b (малък или голям?). [2 т.]