

Министерство на образованието и науката
Национално есенно състезание по физика,
17-19 ноември 2023 г., Копривщица
Тема за 10.клас (IV състезателна група)

Задача 1. Електричен дипол

Електричен дипол наричаме система от два електрични заряда q и $-q$, които се намират на малко разстояние l един от друг. Той се характеризира с величината електричен диполен момент $p = ql$, насочен от отрицателния към положителния заряд.

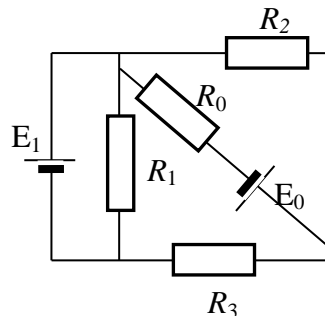
а) Намерете силата F_1 (по големина и посока), с която положителен точков заряд Q действа на дипол, разположен на разстояние $r \gg l$, ако диполният момент p е насочен по съединяващата ги права. Разгледайте двете възможни ориентации на дипола. Разстоянието r между точковия заряд и дипола е разстоянието между точковия заряд и средата на разстоянието между двата заряда на дипола. **(3 т.)**

б) Получете израз за интензитета E на електричното поле на разстояние $r \gg l$ на електричен дипол с диполен момент $p = ql$ в точка, лежаща върху правата, по която е насочен диполният момент. Всеки заряд на дипола създава независимо от другия електрично поле, а интензитетът на полето на дипола е векторна сума от интензитетите им. Как зависи посоката на интензитета на полето от ориентацията на дипола върху правата? Разстоянието r се отчита от средата на отсечката, съединяваща зарядите. **(2,5 т.)**

в) Определете силата F_{12} (по големина и посока), с която електричен дипол с диполен момент $p_1 = q_1 l_1$ действа на дипол с диполен момент $p_2 = q_2 l_2$, когато те са ориентирани по съединяващата ги права. Разстоянието $r \gg l_1, l_2$ е разстоянието от средата на първия дипол до средата на втория дипол. **(4,5 т.)**

Задача 2. Електрическа верига

На фиг. 1 е показана схемата на електрическа верига. Напреженията E_0 и E_1 на източниците, както и съпротивленията R_0, R_1, R_2, R_3 , са известни.



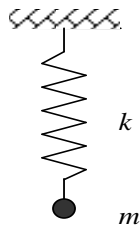
Фиг. 1

а) Намерете израз за тока I_0 през съпротивлението R_0 . Зависи ли посоката на тока от конкретните стойности на параметрите на участващите елементи. **(5,5 т.)**

б) Определете токовете I_2, I_3 (съответно течащи през резисторите R_2 и R_3) и посочете посоките им в зависимост от конкретните стойности на параметрите на елементите във веригата. **(3 т.)**

в) Получете изрази за токовете I_0, I_2, I_3 при $R_0 = R_2 = R_3 = R$. **(1,5 т.)**

Задача 3. Пружинно махало



Фиг. 2

А. Вертикално пружинно махало с коефициент на еластичност $k_0 = 40 \text{ N/m}$ и маса $m = 100 \text{ g}$ е закачено над хоризонтална метална равнина. Когато на тялото с маса m се придаде електричен заряд $q = 1 \text{ } \mu\text{C}$, махалото започва да трепти с амплитуда $a = 1 \text{ cm}$. Зарядът на махалото индуцира в металната равнина електричен заряд. Взаимодействието на заряда q със заряда на металната равнина може да се опише като взаимодействие на заряда q със заряд q' със същата големина, който е разположен в мястото на огледалния

образ на заряда q спрямо равнината.

а) Определете периода T_0 на незареденото пружинно махало. **(2 т.)**

б) Какъв е знакът на заряда q' ? **(1 т.)**

в) Определете честотата на хармоничните трептения на зареденото вертикално пружинно махало. **(7 т.)**

Указание. Константата в закона на Кулон $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.