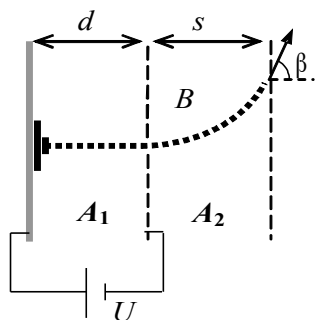


Национално есенно състезание по физика

22 – 23 ноември 2008 г., гр. Стара Загора

Тема 10. клас

Задача 1. Под действие на еднородно (хомогенно) електрично поле (област A_1) изпусканите



Фиг. 1

от радиоактивен източник α -частици с маса $m =$

$6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ и заряд $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ се ускоряват от

състояние на покой и изминават разстояние $d = 1 \text{ cm}$

(вж. фиг. 1). Ускоряващото напрежение е $U = 100 \text{ V}$.

След това те попадат в областта A_2 , в която е създадено

постоянно и еднородно магнитно поле с индукция

$B = 0,1 \text{ T}$. Тя е насочена перпендикулярно на

равнината, в която се движат α -частиците. Широчината

на областта A_2 е $s = 1 \text{ cm}$. Определете:

а) скоростта v , с която α -частиците навлизат в A_2 ; (2т.)

б) ускорението a , с което α -частиците се движат в A_1 ; (2т.)

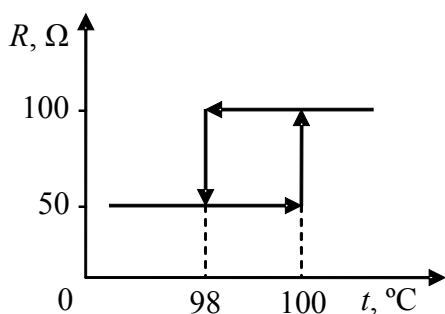
в) големината на магнитната сила F , действаща на частиците в A_2 ; (1т.)

г) посоката на индукцията на магнитното поле; (1т.)

д) ъгъла β на отклонение на α -частиците от първоначалната им посока на движение, когато те напускат A_2 , ако са се движели по дъга от окръжност с радиус $r = 2 \text{ cm}$. (2т.)

е) времето t на движение на α -частиците в A_2 ; (2т.)

Задача 2. На фиг. 2 е показана зависимостта на съпротивлението R на нелинеен елемент от



фиг. 2

температурата му t . При протичане на електричен

ток, когато елементът се нагрява и температурата

му стане $t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, съпротивлението му

скокообразно се изменя от $R_1 = 50 \text{ }\Omega$ на $R_2 = 100 \text{ }\Omega$.

Аналогично, когато елементът се охлажда, се

наблюдава скокообразно изменение на съпротивле-

нието му от R_2 на R_1 при температура $t_2 = 98 \text{ }^\circ\text{C}$. В

случай, че между краищата на елемента е

приложено напрежение $U_1 = 60 \text{ V}$, температурата му е $t_3 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Ако приложеното

напрежение е $U_2 = 80 \text{ V}$, във веригата възникват самопроизволни периодични изменения на

тока $I_{\min} \rightarrow I_{\max} \rightarrow I_{\min} \rightarrow I_{\max} \dots$

а) Определете стойностите $I_{\min}$ и $I_{\max}$. (2 т.)

б) В стационарно (неизменно във времето) състояние отделеното за единица време в елемента количество топлина е

$$Q = \alpha(t_{\text{елемент}} - t_{\text{среда}}).$$

Намерете коефициента α , ако температурата на околната среда е $t_0 = 20^\circ\text{C}$. (2 т.)

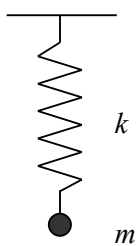
в) Докажете, че при напрежение е $U_2 = 80\text{ V}$ във веригата трябва да възникнат самопроизволни периодични изменения на тока. (3 т.)

г) Определете времето за изменение на тока от $I_{\min} \rightarrow I_{\max} \rightarrow I_{\min}$, т.е. периода T на

изменението на тока, ако топлинният капацитет на елемента е $c = 3 \frac{\text{J}}{\text{K}}$. (3 т.)

Указание. При оценяване на времето, за което елементът преминава от режим с ток $I_{\min}$ в режим с ток $I_{\max}$, както и обратно, считайте че температурата му е $t_{\text{cp}} = 99^\circ\text{C}$.

Задача 3. Вертикално пружинно махало с коефициент на еластичност $k = 40\text{ N/m}$ и маса $m = 100\text{ g}$ е закачено над хоризонтална метална равнина. Когато на тялото с маса m се



Фиг. 3

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 чрез въвеждането на заряд q' със същата големина, 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 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9\text{ N.m}^2/\text{C}^2$.