

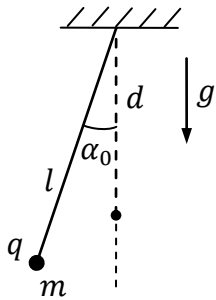
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Национално пролетно състезание по физика, Сандански, 15 март 2014 г.

Тема за 11. – 12. клас

Задача 1. Махало.

Дадено е малко топче с маса $m = 90 \text{ g}$ и положителен заряд $q = 0,25 \text{ }\mu\text{C}$, което е окачено на тънка неразтеглива безмасова непроводяща нишка с дължина $l = 50 \text{ cm}$, както е показано на фиг. 1. На разстояние $d = 3l/4$ под точката на окачване на нишката е забит малък пирон, който ограничава движението на нишката. В началния момент от времето топчето е отклонено на ъгъл α_0 спрямо вертикалата и оставено да се движи свободно.



Фиг. 1

Приемете, че земното ускорение $g = 10 \text{ m/s}^2$, а константата в закона на Кулон $k = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

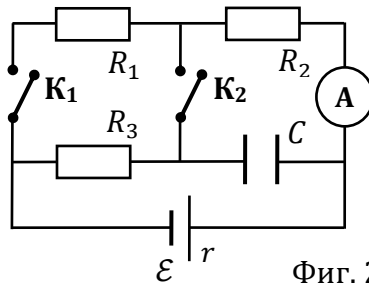
а) Намерете разстоянието a между крайното ляво положение на топчето и крайното му дясно положение по време на неговото люлеене, ако ъгълът $\alpha_0 = 30^\circ$. [2 т.]

б) Нека махалото е отклонено на даден малък ъгъл α . Като използвате, че за малки ъгли $\cos \alpha \approx 1 - \alpha^2/2$, намерете ъгъла β , който склучва долната част на нишката с вертикалата, когато топчето е в крайно дясно положение. [1 т.]

в) На колко е равен периодът T на малките трептения на системата? [2 т.]

г) На пилона е придаден положителен заряд $Q = 0,5 \text{ }\mu\text{C}$. Като приемете пилона за точков заряд и използвате, че за малки ъгли $\sin \alpha \approx \alpha$ в радиани, определете периода T' на малките трептения в този случай. [5 т.]

Задача 2. Електрическа верига.



Фиг. 2

Електрическата верига на фиг. 2 е съставена от три резистора със съпротивления $R_1 = 1 \text{ }\Omega$, $R_2 = 2 \text{ }\Omega$, $R_3 = 3 \text{ }\Omega$, кондензатор с капацитет $C = 2 \text{ }\mu\text{F}$, източник на електродвижещо напрежение \mathcal{E} с вътрешно съпротивление $r = 0,5 \text{ }\Omega$, идеален амперметър и два превключвателя \mathbf{K}_1 и \mathbf{K}_2 . В началния момент и двата ключа са отворени. След като сме изчакали да спре да тече ток през кондензатора, е измерено, че зарядът му е $q^{00} = 9 \text{ }\mu\text{C}$.

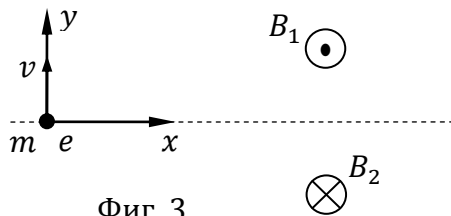
а) Намерете големината на електродвижещото напрежение \mathcal{E} . [1 т.]

б) Ключът \mathbf{K}_1 остава отворен, а \mathbf{K}_2 се затваря, след което се изчаква да мине достатъчно дълго време, за да не протича ток през кондензатора. Какво е показанието I^{0C} на амперметъра тогава? Колко е зарядът на кондензатора q^{0C} ? [3 т.]

в) Разгледайте ситуацията, в която ключът \mathbf{K}_1 е затворен, а \mathbf{K}_2 е отворен. След като е минало достатъчно дълго време, за да не тече ток през кондензатора, определете тока през амперметъра I^{CO} . На колко е равен тогава зарядът на кондензатора q^{CO} ? [3 т.]

г) Нека и двата ключа да са затворени. Намерете показаниято на амперметъра I^{CC} и заряда на кондензатора q^{CC} , след като е минало достатъчно дълго време, така че през кондензатора да не тече ток. [3 т.]

Задача 3. Протон в магнитно поле.



Фиг. 3

Протон с маса $m = 1,67 \times 10^{-27}$ kg и заряд $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C се намира първоначално на границата между две области, в които има постоянни магнитни полета с противоположни посоки, както е показано на фиг. 3. Големините на магнитните индукции на полетата са $B_1 = 10$ mT и $B_2 = 15$ mT. Протонът има скорост $v = 10$ km/s, насочена перпендикулярно на границата.

- а) Начертайте траекторията на протона в двете области. [2 т.]
- б) Определете координатите x_1 и x_2 на първите две пресечни точки на протона с границата. [3 т.]
- в) Намерете средната скорост \bar{v}_x на протона по x -направлението. [3 т.]
- г) Нека магнитното поле в долната област да бъде със същата посока като в горната област. Каква ще бъде големината на средната скорост \bar{v}'_x на протона по x -направлението в този случай? [2 т.]