

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

Разград, 10-12 април 2017 г.

Тема върху учебно съдържание за 9. клас

Основни физични константи

земно ускорение: $g = 10 \text{ m/s}^2$;

константа в закона на Кулон: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$;

елементарен електричен заряд: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;

електрична константа: $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$;

магнитна константа: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.

Задача 1. Падащо мънисто

Две еднакви мъниста с маси $m = 0,1 \text{ g}$ всяко са нанизани на вертикална спица от електроизолиращ материал, както е показано на фиг. 1 а. Долното мънисто е закрепено неподвижно към спицата, а горното може да се хлъзга по нея. На мънистата са придадени еднакви положителни заряди $q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Приемете, че размерите на мънистата са много по-малки от разстоянието между тях.

А) На каква височина h_0 над долното мънисто горното мънисто би се намирало в равновесие, ако между него и спицата няма триене? **(2.0 т)**

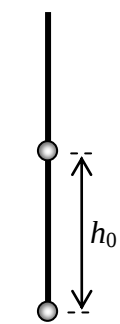
Б) Заради триенето обаче горното мънисто се намира в равновесие за цял интервал от височини $h_1 \leq h \leq h_2$ (фиг. 1 б). Най-малката височина, на която мънистото се намира в равновесие, е $h_1 = 5 \text{ cm}$.

Изобразете на чертеж силите, които действат на мънистото на височина h_1 . Колко е големината на силата f на триене между мънистото и спицата в тази точка? **(2.5 т)**

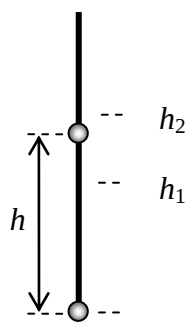
В) Изобразете на чертеж силите, които действат на мънистото в най-горната точка, където то се намира в равновесие. Получете израз и пресметнете h_2 ? **(4.5 т)**

Г) Мънистото е пуснато да пада с нулева начална скорост от височина $H = 10 \text{ cm}$. На каква височина h_m то достига максимална скорост? **(1.0 т)**

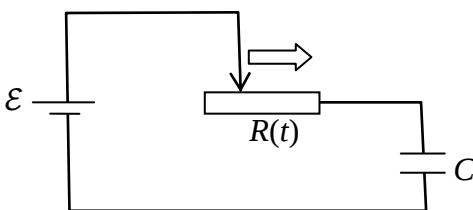
Можете да изразите буквените отговори в дадена подточка както чрез началните данни, така и чрез величини, вече определени в другите подточки.



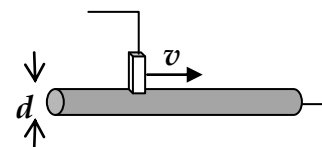
Фиг. 1 а



Фиг. 1 б



Фиг. 2 а



Фиг. 2 б

Задача 2. Свръхкондензатор

От учебниците вероятно знаете, че един фарад е твърде голям капацитет за кондензатор. С напредването на технологиите обаче през последните години бяха разработени т.нар. свръхкондензатори с капацитет достигащ стотици и хиляди фаради. Подобни кондензатори се използват за временно съхраняване на енергия в хибридните автомобили. Тази енергия се използва за задвижване на помощен електромотор, когато за кратко време е нужно автомобилът да бъде ускорен, например при изпреварване. В тази задача ще бъде разгледан свръхкондензатор с капацитет $C = 100 \text{ F}$, който се зарежда до максимално напрежение $U_{\text{max}} = 48 \text{ V}$.

А) Кондензаторът е монтиран в автомобил с маса $m = 1000 \text{ kg}$, който се движи с начална скорост $v_0 = 20 \text{ m/s}$. До каква по-висока скорост v_1 би се ускорил автомобилът при изпреварване, ако енергията на напълно заредения кондензатор бъде преобразувана изцяло в механична енергия на автомобила? **(2.5 т)**

Б) За да бъде зареден наново, кондензаторът се свързва в електрическата верига, показана на фиг. 2. Началният заряд на кондензатора е нула. Източникът има ЕДН $\mathcal{E} = 48 \text{ V}$ и нулево вътрешно съпротивление. Предназначението на реостата е да не се допусне протичането във веригата на прекалено голям ток, който би повредил източника. За целта плъзгачът на реостата се движи така, че по време на зареждането през източника да тече максималният допустим ток $I = 8 \text{ A}$. Получете буквен израз за функцията $R(t)$, по която се променя съпротивлението R на включения във веригата участък на реостата от времето t . Начертайте графика на функцията $R(t)$ на разграфената координатна система в работния лист. **(4.5 т)**

В) Реостатът представлява жица с диаметър $d = 0,2 \text{ mm}$, изработена от вещество със специфично съпротивление $\rho = 2 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$, по която се хлъзга плъзгачът, както е показано на фиг. 2 б. С каква скорост v трябва да се движи плъзгачът по жицата, така че съпротивлението на реостата да се променя по закона, получен в подточка Б. **(3.0 т)**

Задача 3. Полета и сили

По два успоредни дълги проводника (номерирани с 1 и 2), разположени на разстояние $a = 1$ cm един от друг, текат токове с еднакви големина, но с неизвестни посоки (фиг. 3). Индукцията на магнитното поле в точка А, намираща се по средата между двата проводника, е $B = 0,004$ Т. Индукцията на земното магнитно поле се пренебрегва.

Обосновете отговорите си на точки А, Б и В с кратък текст и/или с подходящи чертежи.

А) Каква е посоката на магнитната индукция:

- успоредна на проводниците;
- в равнината на чертежа, перпендикулярна на проводниците;
- перпендикулярна на равнината на чертежа?

Посочете верния според вас отговор.

(1.0 т)

Б) Еднакви или противоположни са посоките на токовете, които текат по двата проводника?

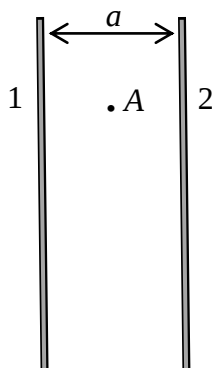
(2.0 т)

В) Привличат ли се или се отблъскват двата проводника?

(2.0 т)

Г) Пресметнете големината F на силата, действаща на участък с дължина $L = 50$ cm от единия проводник.

(5.0 т)



Фиг. 3

Работен лист към задача 2

Начертайте графика към подточка Б и предайте листа заедно с решението.

