

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

НАЦИОНАЛЕН КРЪГ, 3 април 2018 г., Русе

Тема 9.клас (трета състезателна група)

И в трите задачи можете да използвате следните стойности на физичните константи:

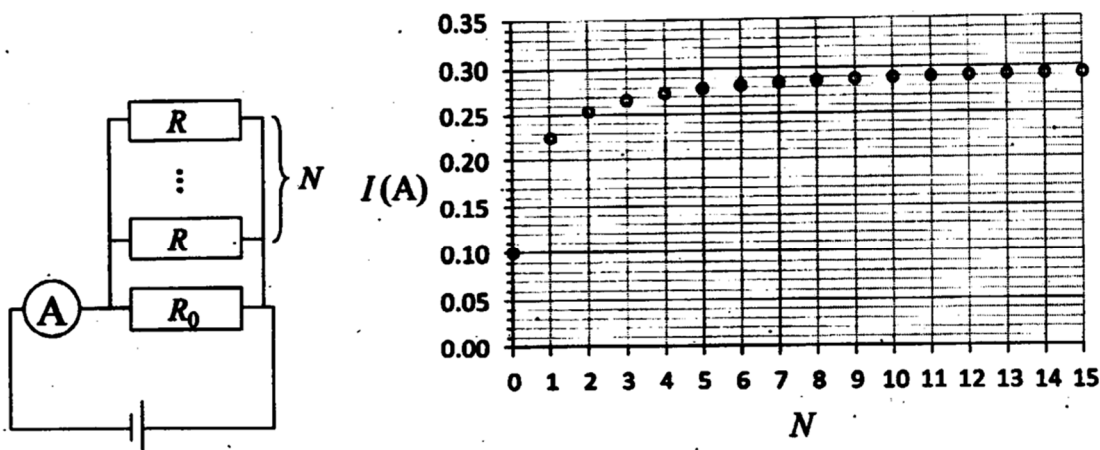
константа в закона на Кулон: $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$;

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

земно ускорение: $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

Задача 1. Реален амперметър

В училищните задачи по физика обикновено приемате идеализацията, че амперметърът е уред с нулево електрично съпротивление. Реалните амперметри обаче имат определено вътрешно съпротивление, зависещо от конкретния модел амперметър. Затова във веригата реалният амперметър следва да се разглежда като консуматор с определено съпротивление. На фиг. 1 е показана електрическа схема на верига, която се захранва от източник с ЕДН $\mathcal{E} = 15 \text{ V}$ и с пренебрежимо вътрешно съпротивление. Успоредно на резистора R_0 може да се свързват различен брой еднакви резистори, със съпротивление R всеки. На графиката с кръгчета са нанесени показанията на амперметъра, измерващ тока I във веригата, в зависимост от броя N на допълнително свързаните резистори.



Фиг. 1

- а) Получете израз за еквивалентното съпротивление $R_{\text{екв}}$ на веригата чрез съпротивленията R_0 и R на резисторите, съпротивлението R_A на амперметъра и броя N на допълнително свързаните резистори. (3 точки)

б) Като използвате данните от графиката, определете приблизително неизвестните съпротивления R_0 , R и R_A . Закръглете крайните отговори към числа, кратни на 10 Ω .

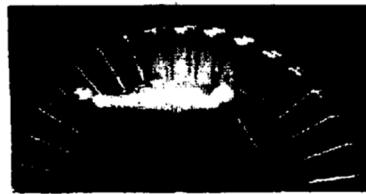
(7 точки)

Задача 2. Електричен разряд

Протичането на електричен ток в газове се нарича електричен разряд. Електричен разряд във въздуха възниква, когато интензитетът E на електричното поле стане равен или по-голям от определена гранична стойност $E_0 = 3,0 \cdot 10^6 \text{ N/C}$, т.е. когато $E \geq E_0$.



Фиг. 2 а



Фиг. 2 б

а) „Огънят на Свети Елм“ (фиг. 2 а) е слабо синкаво сияние около наелектризирани метални предмети поради електричен разряд във въздуха около тях. Какъв минимален положителен заряд q трябва да бъде придаден на метално топче с радиус $r = 3 \text{ mm}$ така, че около него да възникне сияние на Свети Елм? На колко е равен потенциалът ϕ на топчето, когато сиянието „светва“? (4 точки)

б) Електричната искра (фиг. 2 б) е друг вид електричен разряд, възникващ около тела, между които има голямо електрично напрежение. Искрата е ярко светеща „нишка“ от йонизиран въздух, по който между телата протича електричен ток. На фиг. 2б е показана искра между топчетата на електростатична машина, които са заредени с равни по големина и противоположни по знак заряди $+q$ и $-q$, съответно. Топчетата са с радиус $r = 1 \text{ cm}$, а разстоянието между центровете им е $d = 5 \text{ cm}$. Приемете, че зарядите са разпределени равномерно по повърхността на топчетата.

За да прескочи искра между топчетата е нужно условието $E \geq E_0$ да бъде изпълнено във въздуха по цялата отсечка, свързваща центровете им. Колко е минималната големина q на заряда върху топчетата, при който между тях прескача искра? (3 точки)

Колко е напрежението U между топчетата при прескачането на искрата? (3 точки)

Упътване. Заряди, разпределени равномерно по повърхността на сфера, създават около сферата електрично поле, еквивалентно на полето на точков заряд, намиращ се в центъра на сферата.

Задача 3. Наелектризиращи мъниста

Две мъниста са нанизани на тънка вертикална спица от изолиращ материал. Долното мънисто е закрепено неподвижно, а горното може да се хлъзга по спицата без триене. Масата на горното мънисто е $m = 0,1 \text{ g}$. Мънистата са наелектризиращи с еднакви положителни заряди q .



а) Определете заряда q на мънистата, ако е известно, че горното мънисто се намира в равновесие на височина $h_0 = 3 \text{ cm}$ над долното мънисто. (1,5 точки)

б) Горното мънисто е издигнато на височина $h_1 = 5 \text{ cm}$ над долното мънисто и е оставено да се движи по спицата с нулева начална скорост. До каква максимална скорост $v_{\max}$ се ускорява горното мънисто? (5,0 точки)

в) Колко е минималната височина h_2 , която достига горното мънисто? (3,5 точки)