

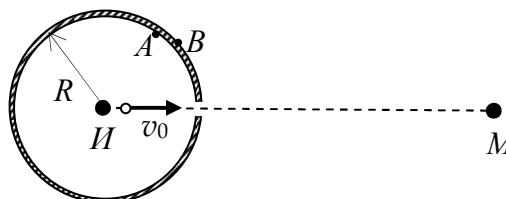
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА

ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА – 24.02.2013 г.

ТЕМА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – IX КЛАС

Задача 1. Ускорител на протони – 10 точки

На фиг. 1 е показано устройството на елементарен ускорител на протони, известен като „генератор на Ван дер Грааф”. Той се състои от наелектризирана метална сфера с радиус $R = 1\text{ m}$. В центъра на сферата се намира източник I , който излъчва протони с начална скорост $v_0 = 1000\text{ m/s}$.



Фиг. 1

Протоните минават през малък отвор в сферата и продължават да се движат извън нея, докато стигнат мишената M , разположена на разстояние $d = 10\text{ m}$ от центъра на сферата.

- а) На сферата е придаден заряд $Q = 2 \cdot 10^{-4}\text{ C}$, който е разпределен равномерно по цялата ѝ повърхност. Колко е интензитетът E на електричното поле в точките A и B , разположени съответно от вътрешната и от външната страна на сферата?
- б) С каква скорост v_1 протоните излизат от отвора?
- в) Колко е ускорението a на даден протон веднага, след като излезе от отвора?
- г) Колко е потенциалът φ_1 на електричното поле върху повърхността на сферата и φ_2 – върху мишената?
- д) С каква скорост v_2 протоните достигат мишената?

Данни: Константа в закона на Кулон, $k = 9 \cdot 10^9\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$;
Елементарен електричен заряд: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$;
Маса на протона, $m = 1,7 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$.

Силата на земното привличане се пренебрегва. Електричното поле извън наелектризирана метална сфера е еквивалентно на полето на точков заряд, разположен в центъра на сферата.

Задача 2. Късо съединение – 10 точки

Батерия има електродвижещо напрежение $\mathcal{E} = 9\text{ V}$ и вътрешно съпротивление $r = 0,1\ \Omega$. Ученик допира по невнимание полюсите на батерията с тънка медна жичка с дължина $l = 0,1\text{ m}$ и с площ на напречното сечение $S = 1 \cdot 10^{-7}\text{ m}^2$. В резултат от протичането на голям ток по жичката, тя се стопява, а батерията се загарява. Можете да приемете, че веригата се прекъсва в момента, когато жичката достига температурата си на топене. Всички останали данни, нужни за решението на задачата, са дадени след условието.

- а) Какъв ток I протича по жичката преди тя да се стопи?
- б) За колко време t след късото съединение жичката достига температурата си на топене?

в) С колко градуса ще се повиши температурата на батерията в резултат от късото съединение?

Данни. Специфично съпротивление на медта: $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$;
Плътност на медта: $\rho_M = 9000 \text{ kg/m}^3$;
Специфичен топлинен капацитет на медта и на материала, от който е изработена батерията: $c = 400 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$.
Начална температура на жичката: $T_1 = 20 ^\circ\text{C}$;
Температура на топене на медта: $T_2 = 1080 ^\circ\text{C}$;
Маса на батерията: $M = 0,05 \text{ kg}$.

Приемете, че специфичното съпротивление на медта не зависи от температурата. Приемете, че цялата топлина, която се отделя във веригата, води до загряване на жичката и на батерията и не се отдава в околната среда.

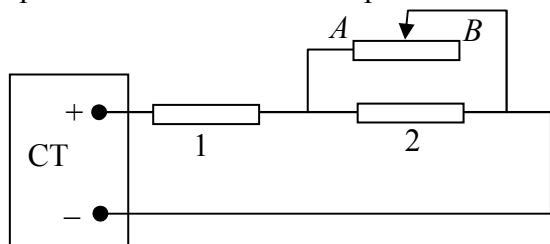
Задача 3. Стабилизиран токоизправител – 10 точки

Стабилизираният токоизправител е електронно устройство, което може да изпълнява различни функции. Една от тях е да поддържа постоянен ток през даден консуматор. Ако поради някаква причина съпротивлението на консуматора се изменя по време на неговата работа, токоизправителят автоматично променя напрежението си така, че токът през консуматора да не се променя.

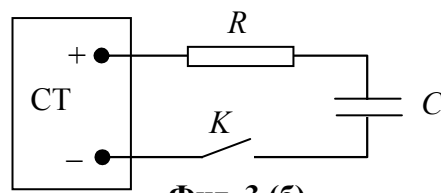
а) Стабилизиран токоизправител (СТ) трябва да поддържа постоянен ток $I = 0,04 \text{ A}$ през веригата, показана на фиг. 3 (а). Съпротивленията на резисторите 1 и 2 са съответно $R_1 = 150 \Omega$ и $R_2 = 60 \Omega$. Съпротивлението R на реостата се променя от 0Ω , когато плъзгачът му е в положение A , до 120Ω – в положение B . Между какви стойности U_A и U_B трябва да се променя напрежението на токоизправителя така, че токът през веригата да остава постоянен, когато плъзгачът се движи от т. A към т. B ?

б) След това стабилизираният токоизправител се използва за зареждане на кондензатор с капацитет $C = 0,2 \text{ F}$, както е показано на фиг. 3 (б). Съпротивлението на резистора е $R = 5 \text{ k}\Omega$. Преди затварянето на ключа K кондензаторът е незареден. След затварянето на ключа във веригата започва да тече постоянен ток $I = 2 \text{ mA}$. Колко е напрежението U_0 на токоизправителя веднага след затварянето на ключа K ?

в) Максималното напрежение на токоизправителя е $U_{\text{max}} = 15 \text{ V}$. При достигане на това напрежение веригата автоматично се прекъсва. Колко време t продължава зареждането на кондензатора?



Фиг. 3 (а)



Фиг. 3 (б)