

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

Враца, 29 март 2024 г.

Тема за четвърта състезателна група (10. клас)

Задача 1.

Част 1. КПД и електричен ток

Електрически генератор с ЕДН = \mathcal{E} и с пренебрежимо малко вътрешно съпротивление захранва с електроенергия консуматор със съпротивление R . Общото съпротивление на проводниците, свързващи генератора и консуматора, е r .

А) Получете израз за мощността P_0 на генератора и мощността P_k , отделена в консуматора. (2,5 т)

Б) Намерете коефициента η на полезно действие (КПД) на веригата. (0,5 т)

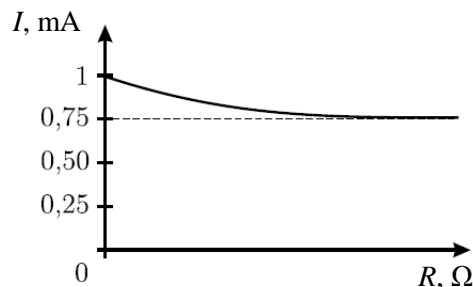
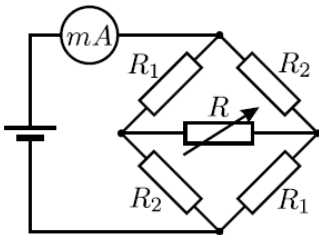
Част 2. Схема с променливо съпротивление

Електрическата схема, показана на чертежа, се състои от четири резистора – два със съпротивление R_1 , и два – със съпротивление R_2 , между които е свързан променлив резистор, чието съпротивление R може да се променя от нула до много големи стойности. Източникът има постоянно напрежение $U = 3 \text{ V}$, а идеалният милиамперметър измерва тока през източника. На графиката е показано как се променят показанията на милиамперметъра в зависимост от големината на променливото съпротивление R .

А) Начертайте еквивалентна схема на веригата в следните два крайни случая, когато $R = 0$ и когато R е много голямо (безкрайно). (1,0 т)

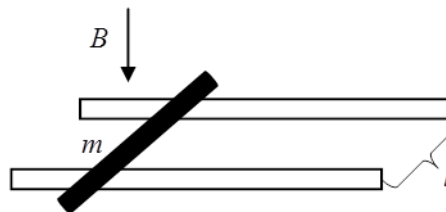
Б) Изразете чрез R_1 и R_2 еквивалентните съпротивления R_0 и R_∞ на веригата съответно при $R = 0$ и при много голяма (клоняща към безкрайност) стойност на R . (2,0 т)

В) Намерете съпротивленията на постоянните резистори R_1 и R_2 . (4,0 т)



Задача 2. Движение до топене

Прав меден проводник с маса $m = 10 \text{ g}$ е поставен върху хоризонтални, безкрайно дълги релси. Разстоянието между релсите е $l = 0,5 \text{ m}$. Коефициентът на триене между проводника и релсите е $k = 0,1$. Релсите и проводника се намират в еднородно магнитно поле с индукция $B = 20 \text{ mT}$, както е показано на чертежа. Първоначално проводникът се намира в покой. Земното ускорение да се приеме за $g = 10 \text{ m/s}^2$.



А) Определете големината и посоката на минималния електричен ток I_{\min} през проводника, при който той ще започне да се движи надясно? **(3,0 т)**

Б) С какво ускорение a ще се движи проводникът, ако през него тече ток $I = 2I_{\min}$ **(2,0 т)**

В) Колко време t , след като започне да се движи, проводникът ще се загрее до температурата си на топене? Известно е, че $\eta = 20 \%$ от отделеното количество топлина поради протичане на ток и триене на проводника в релсите се губи заради топлообмен с околната среда. **(5,0 т)**

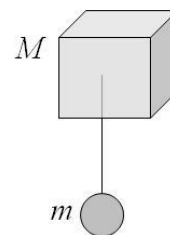
В помощ за пресмятанията: Достатъчно е да пресметнете само числената стойност на t , без да е нужно да получите буквен израз.

Специфичния топлинен капацитет на медта е $c = 385 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, температура на топене на медта е $T = 1085 \text{ }^\circ\text{C}$, начална температура на медния проводник $T_0 = 85 \text{ }^\circ\text{C}$, съпротивлението на проводника е $R = 5 \text{ }\Omega$.

Задача 3.

Част 1. Странно потъпване и изплаване

Оловно топче с температура $t_0 = 0^\circ\text{C}$, е завързано на лека нишка, другият край на която е замръзнал в парче лед с маса $M = 1 \text{ kg}$ и температура $t = -30^\circ\text{C}$, както е показано на фигурата. Топчето заедно с парчето лед се потапят в дълбок съд с вода с температура 0°C . При това топчето с леда първоначално потъват, а след известно време – изплават. Приемете, че ледът обменя топлина само с водата в съда.



(А) Обяснете защо се наблюдава движение „потъпване-изплаване“. **(1,0 т)**

Б) За да се наблюдава движението „потъпване-изплаване“, масата m на оловното топче трябва да бъде в определени граници ($m_{\min} < m < m_{\max}$). Намерете минималната възможна маса m_{\min} на оловното топче. Търсената маса да се изрази в грамове (g). **(3,0 т)**

В) Намерете максималната възможна маса m_{\max} на оловното топче. Търсената маса да се изрази в грамове (g). **(5,0 т)**

Полезни константи:

- плътност на водата $\rho_v = 1 \text{ g/cm}^3$;
- плътност на олово $\rho_{ол} = 11 \text{ g/m}^3$;
- плътност на леда $\rho_l = 0,9 \text{ g/m}^3$;
- специфичен топлинен капацитет на леда $C_l = 2,1 \text{ J/(g}\cdot^\circ\text{C)}$;
- специфична топлина на топене за леда $\lambda = 340 \text{ J/g}$.

Част 2. Каране на кьнки върху замръзнало езеро или четене с разбиране

Жителите на малко село в Норвегия зимно време се забавляват да карат кьнки върху замръзналата повърхност на близкото езеро. Дебелината на леда се увеличава постепенно през цялата зима, докато температурата на въздуха е под нулата. След всеки снеговалеж, доброволци почистват снега от тази част на замръзналото езеро, върху която се карат кьнки.

В коя част на езерото – почистената или непочистената от сняг, в края на зимата дебелината на леда е по-голяма? Аргументирайте отговора си. **(1,0 т)**