

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

Враца, 29 март 2024 г.

Тема за трета състезателна група (9. клас)

Задача 1. Електрически микс

Задачата се състои от две независими части, които може да решавате в ред, който предпочитате.

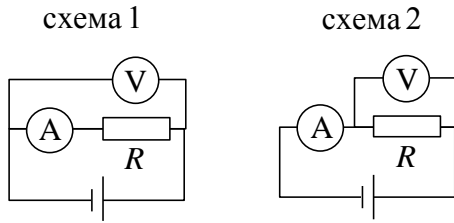
Част 1. Объркани измервания

Иван и Гергана правили в клас лабораторно упражнение на тема „Опитно определяне на съпротивлението на резистор”. Разполагали с резистор с неизвестно съпротивление R , източник на постоянно напрежение, волтметър и амперметър. Иван свързал схема №1, показана на фиг. 1.1, и отчел показания на волтметъра и на амперметъра съответно $U_1 = 9,2 \text{ V}$ и $I_1 = 11,5 \text{ mA}$. Гергана свързала схема №2 и установила, че показанията на двата уреда са съответно $U_2 = 8,9 \text{ V}$ и $I_2 = 12,0 \text{ mA}$. След като не могли да разберат защо в двата случая се получават различни резултати, учителката им подсказала, че волтметърът и амперметърът не са идеални прибори, а имат определено вътрешно съпротивление, т.е. измервателните уреди може да се разглеждат като консуматори, всеки със свое характерно съпротивление. [5,0 т]

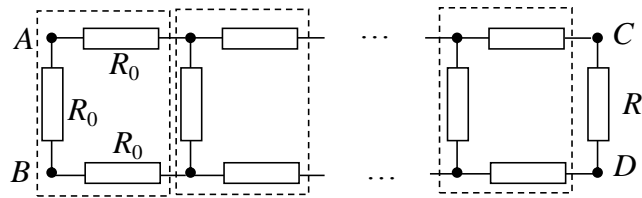
Като използвате данните от двете измервания, пресметнете вътрешното съпротивление R_A на амперметъра, вътрешното съпротивление R_V на волтметъра и неизвестното съпротивление R на резистора.

Част 2. Електрическо „Лего”

Конструктор тип „Лего” се състои от еднакви елементи (секции), съдържащи по три еднакви резистора със съпротивление R всеки, свързани под формата на буква „П” (фиг. 1.2). Елементите може да се свързват помежду си в редица по начина, показан на фигурата. Многоточията на фигурата означават, че може да се свързват произволен брой секции. Резистор с какво съпротивление R трябва да бъде свързан към изходните клеми C и D на последния елемент така, че еквивалентното съпротивление между свободните краища A и B на първия елемент да не зависи от броя на свързаните елементи? [5,0 т]



Фиг. 1.1

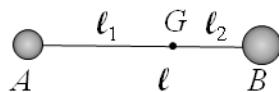


Фиг. 1.2

Задача 2. Център на тежестта на трапец

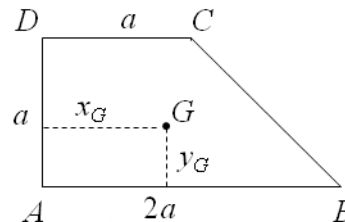
В тази задача трябва да определите положението на центъра на тежестта на две тела с неправилна форма, т.е. две несиметрични тела. В зависимост от начина на решаване на задачата, можете да използвате факта, че потенциалната енергия на тяло с маса M и с произволни размери и форма се дава с израза $E_{\text{п}} = Mgh_G$, където h_G е височината на неговия център на тежестта.

а) В краищата A и B на пръчка с дължина ℓ и с пренебрежима маса са поставени малки топчета с маса m и $2m$ съответно (фиг. 2.1). На какви разстояния ℓ_1 и ℓ_2 от A и B съответно се намира центърът G на тежестта на това тяло? Размерът на топчетата се пренебрегва в сравнение с дължината на пръчката. **[2,0 т]**



Фиг. 2.1

б) От твърд картон е изрязана плоска пластина $ABCD$ с форма на правоъгълен трапец с размери $AB = 2a$ и $CD = AD = a$, както е показано на фиг. 2.2. Определете координатите x_G и y_G на центъра G на тежестта на пластината спрямо координатна система с оси x и y съответно по страните AB и AD .. **[8,0 т]**

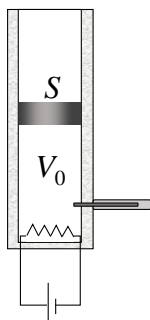


Фиг. 2.2

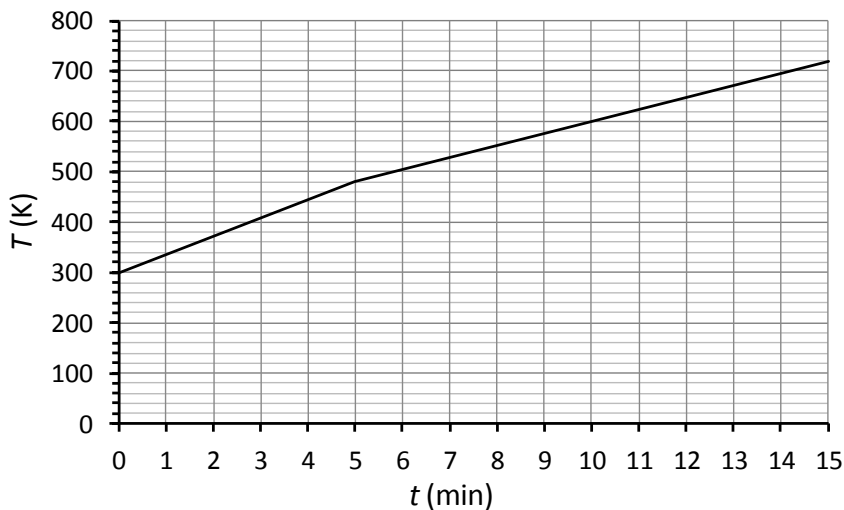
Задача 3. Вътрешна енергия на газ

На фиг. 3.1 е показана схема на експериментална постановка за изследване на топлинните свойства на газове. В дълъг цилиндър с площ на основата $S = 5,0 \text{ cm}^2$ се намира леко подвижно бутало с пренебрежима маса, което се допира плътно до стените на цилиндъра. В цилиндъра са монтирани електрически нагревател със съпротивление $R = 480 \Omega$, който може да бъде включен към източник на напрежение $U = 12 \text{ V}$, и

термометър, с чиято помощ се измерва температурата на газа в цилиндъра. Обемът на нагревателя и на термометъра е пренебрежимо малък. Топлообменът между стените на цилиндъра и околния въздух не се отчита.



Фиг. 3.1



Фиг. 3.2

Първоначално под буталото се намира хелий с обем $V_0 = 1 \ell$, температура $T_0 = 300 \text{ K}$ и налягане $p_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, равно на налягането на външния въздух. Нагревателят е включен към източника на напрежение в продължение на 15 минути. На фиг. 3.2 е показана графика на зависимостта на температурата T на хелия от времето t след включването на нагревателя.

- Оказва се, че до момента $t_1 = 5 \text{ min}$ буталото остава неподвижно в цилиндъра. Колко е максималната сила на триене f_{max} между буталото и стените на цилиндъра? **[4,5 т]**
- След петата минута газът започва да се разширява, като много бавно избутва буталото към края на тръбата. Колко е обемът V_2 на газа в крайния момент $t_2 = 15 \text{ min}$? **[2,0 т]**
- Колко е промяната ΔU на вътрешната енергия на хелия за цялото време, през което е включен нагревателят? **[3,5 т]**