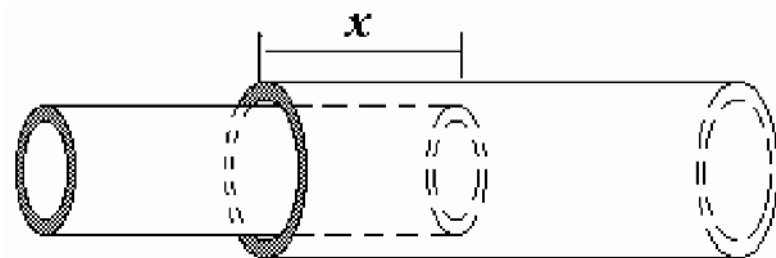


Условие

Задача 1.



Молодой, но талантливый физик Федя сконструировал переменный резистор, состоящий из двух трубок изготовленных из одинакового материала. Внешний радиус одной из них практически совпадает с внутренним диаметром второй, поэтому одна трубка может двигаться внутри другой. Для облегчения скольжения Федя смазал их солидолом.

Проведя элементарные расчеты, Федя получил очевидный результат: сопротивление резистора должно линейно зависеть от длины перекрывающейся части трубок x . (Федя - хороший математик, поэтому никаких математических ошибок в его расчетах не было!)

Однако проведенный эксперимент привел к парадоксальному на первый взгляд результату: во-первых, сопротивление резистора оказалось значительно больше рассчитанного, во-вторых, это сопротивление оказалось обратно пропорциональным величине x . 1. Воспроизведите расчеты, проведенные Федей. Какую линейную функцию он получил? 2. Объясните результаты эксперимента. Получите формулу, описывающую полученные экспериментальные результаты. *Необходимые параметры установки задайте самостоятельно.*

Решение

Задача 1.

Основная ошибка, допущенная «изобретателем», заключалась в том, что он не учел электрического сопротивления контакта между трубками. Если пренебречь этим сопротивлением, то общее сопротивление резистора рассчитывается по формуле

$$R_{\text{теор.}} = \rho \left(\frac{L_1 - x}{S_1} + \frac{x}{S_1 + S_2} + \frac{L_2 - x}{S_2} \right) = \rho \left(\frac{L_1}{S_1} + \frac{L_2}{S_2} \right) - \rho \left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_1 + S_2} + \frac{1}{S_2} \right) x \quad (1)$$

где L_1, L_2 - длины трубок, S_1, S_2 - площади их торцов, ρ - удельное электрическое сопротивление материала трубок. Как видно, эта зависимость действительно линейна. Если же сопротивление контакта значительно превышает сопротивления самих трубок, то зависимость

сопротивления от величины x будет иной (электрический ток по смазке протекает перпендикулярно поверхности трубок)

$$R_{\text{экс.}} = \rho_1 \frac{h}{2\pi r x} \quad (2)$$

где h - ширина зазора между трубками, r - внешний радиус внутренней трубки, ρ_1 - удельное электрическое сопротивление смазки. Эта зависимость обратно пропорциональная.