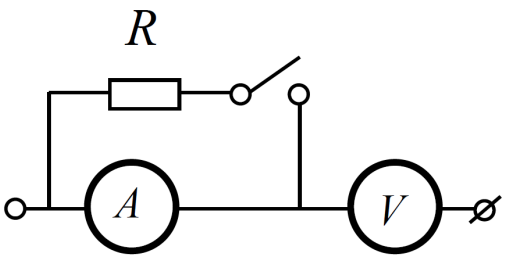
Всесибирская олимпиада по физике

9 класс, 2018 год

1. Перед входом в длинный тоннель стоит электропоезд, длина которого меньше длины тоннеля. На светофоре загорелся зеленый свет, и электропоезд начал равноускоренно двигаться в течение всего времени наблюдения. Через время t_1 он полностью вошел в тоннель. Определите время τ, в течение которого электропоезд полностью находился в тоннеле, если из тоннеля он выходил в течение времени t_2.

$$\tau = \frac{t_1^2 - t_2^2 - 2t_2t_1}{2t_2}$$

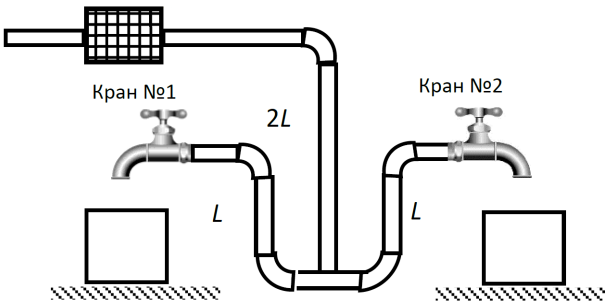
2. Цепь, состоящая из последовательно соединенных неидеальных амперметра и вольтметра, подключена к сети. При этом приборы цепи показывают некоторые значения тока J_0 и напряжения U_0, соответственно.



Для определения внутреннего сопротивления амперметра цепь модифицируют, подключая резистор с известным сопротивлением R (см. рисунок). Далее регулируют внешнее напряжение сети так, что в результате показание вольтметра уменьшилось до $U_0/3$, а амперметра уменьшилось до $J_0/5$. Чему равно сопротивление амперметра R_A?

$$R_\text{A} = \frac{2}{3}R$$

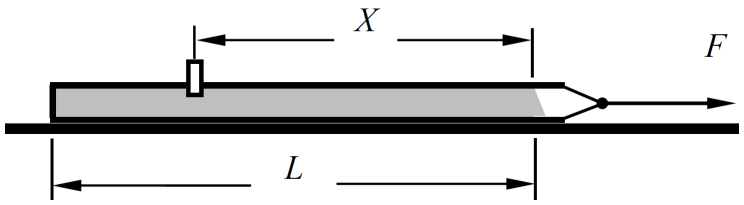
3. Жидкость через трубы подается от нагревателя к двум кранам. При включенном нагревателе начинают набирать воду из крана №1 (кран №2 закрыт). Температура воды в первых трех ведрах оказалась равной $T_1 = 20\,^\circ\text{C}$, $T_2 = 60\,^\circ\text{C}$ и $T_3 = 70\,^\circ\text{C}$. Затем кран №1 закрывают, а кран №2 открывают. Определите температуру воды T_X в первом ведре, набранном из крана №2.



Длина трубы от нагревателя до места разветвления равна $2L$, а от места разветвления до каждого из кранов — L. Объемы всех ведер и диаметры всех труб одинаковы. Перемешиванием жидкости в трубах и теплообменом между жидкостью и трубами пренебречь. Вначале трубы были полностью заполнены водой, а температура воды во всех трубах одинакова и равна T_1. Нагреватель мгновенно повышает температуру проходящей через него воды до T_3.

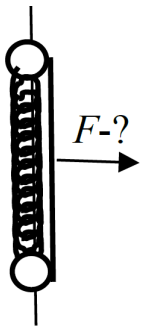
$$T_X = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} = 50\,^\circ\text{C}$$

4. Длинный сосуд массы M и внутренним сечением $S_{\text{с}}$ лежит на столе. В верхней стенке сосуда имеется небольшое отверстие сечения $S_{\text{пр}}$, которое плотно закрыто пробкой. Чтобы вытащить пробку, удерживая сосуд, надо приложить силу f. Сосуд заполнили водой и начинают тянуть по горизонтальному столу за открытый конец с большой силой F. При каком минимальном значении этой силы пробка выскочит? Расстояние от уровня воды до пробки X, а от уровня воды до дна сосуда L. Плотность воды ρ, трения между сосудом и столом нет.



$F_{\min} = f \cdot \frac{M+\rho S_{\text{с}} L}{\rho X S_{\text{пр}}}$

5. Две надетых на легкую незакрепленную спицу бусинки с одинаковой массой m связаны нитью и недеформированной пружиной одинаковой длины $2L$ и лежат на горизонтальном столе (на рисунке вид сверху). С какой горизонтальной силой нужно тянуть за середину нити, чтобы нить и пружина образовали правильный треугольник? Жесткость пружины k, трения нет.



$F = 2\sqrt{3}kL$