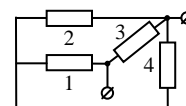


**Заключительный тур Отраслевой физико-математической олимпиады
школьников «Росатом».
Физика. 9 класс**

1. Из четырех одинаковых сопротивлений собрали электрическую цепь, приведенную на рисунке. Найти отношение мощности тока на сопротивлениях 2 и 3:



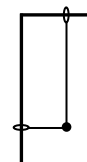
$$P_2 : P_3.$$

2. Две машины выехали одновременно навстречу друг другу из городов А и В. Машины встретились на расстоянии l от А, затем доехали до городов В и А, развернулись и поехали назад. Вторая встреча машин произошла на расстоянии $3l/4$ от города В. Найти расстояние АВ. Скорости машин постоянны.

3. Два тела, находятся в точках, расположенных на одной вертикали на некоторой высоте над поверхностью земли. Расстояние между этими точками $h = 100$ м. Тела одновременно бросают вертикально вверх: тело, которое находится ниже, - с начальной скоростью $2v_0$, второе - v_0 ($v_0 = 10$ м/с). В какой точке тела столкнутся? $g = 10$ м/с².

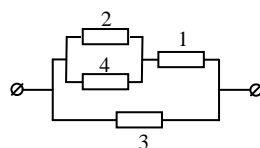
4. В сосуд с горячей водой массой $m = 0,5$ кг опустили работающий нагреватель. В результате температура воды повысилась на $\Delta T = 1^\circ$ С за время $t_1 = 100$ с. Если бы воду не нагревали, то ее температура понизилась бы на ту же величину ΔT за время $t_2 = 200$ с. Какова мощность нагревателя? Удельная теплоемкость воды же величину ΔT за время $t_2 = 200$ с. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг К), теплоемкостью сосуда пренебречь.

5. Два стержня соединены в форме буквы «Г». Один из стержней расположен горизонтально, другой вертикально. На стержни надеты маленькие невесомые колечки, которые могут без трения перемещаться по стержням. К колечкам прикреплена невесомая нить. На нить надета массивная бусинка, которая может без трения перемещаться по нити. В начальный момент бусинку удерживают так, что нить натянута, длина ее горизонтального участка l , вертикального $2l$. Бусинку отпускают. Найти ее ускорение. Через какое время бусинка достигнет вертикального стержня?



Решения

1. Очевидно, что данную цепь с помощью деформации проводов можно привести к виду



Сопротивление нижнего участка r , верхнего $3r/2$. Поэтому ток в верхнем участке (через сопротивление 1) будет составлять $2/3$ от тока в нижнем. Между сопротивлениями 2 и 4 верхний ток

поделится пополам. Поэтому ток через сопротивление 2 будет составлять $1/3$ от тока через сопротивление 3. Поэтому по закону Джоуля-Ленца ($P = I^2 R$) заключаем, что

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{1}{9}.$$

2. Пусть расстояние АВ равно x . Тогда, очевидно, что сумма расстояний, пройденных машинами до первой встречи, равно x , а до второй встречи - $3x$. Действительно, до второй встречи каждая машина доедет до второго города (в сумме $2x$), и проедет расстояние от него до места встречи другой машиной. Поэтому, с одной стороны, машина, выехавшая из города А, пройдет до второй встречи расстояние $3l$, с другой это расстояние равно расстоянию между городами плюс расстоянию от города В до точки второй встречи. Отсюда

$$3l = x + \frac{3l}{4}$$

или

$$x = \frac{9l}{4}$$

2. Законы движения тел в системе координат, начало которой совпадает с начальным положением нижнего тела, ось x направлена вертикально вверх, дают

$$x_1(t) = 2v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x_2(t) = l + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

В момент столкновения тел τ их координаты совпадут, поэтому

$$2v_0 \tau - \frac{g\tau^2}{2} = l + v_0 \tau - \frac{g\tau^2}{2}$$

Откуда находим время столкновения

$$\tau = \frac{l}{v_0}$$

и координату точки столкновения

$$x = 2l - \frac{gl^2}{2v_0^2} = -300 \text{ м}$$

Знак «-» означает, что встреча тел произойдет ниже начального положения нижнего тела.

4. Поскольку при выключенном нагревателе вода остывает, нужно учитывать теплотери. Пусть мощность нагревателя P , а мощность теплотерь (количество теплоты, теряемое в единицу времени) при рассматриваемой температуре w . Тогда

$$Pt_1 = cm\Delta T + wt_1$$

$$cm\Delta T = wt_2 \quad (*)$$

Решая систему уравнений (*), получим

$$P = \frac{cm\Delta T(t_1 + t_2)}{t_1 t_2} = 31,5 \text{ Вт}$$

5. Так как кольца невесомы и нет трения, то нить в процессе движения бусинки будет перпендикулярна стержням (достаточно бесконечно малой силы, чтобы их перемещать). Пусть длина вертикального участка нити y , горизонтального - x . Тогда $x + y = 3l$. А это значит, что в системе координат, оси которой совпадают со спицами, траектория бусинки описывается функцией

$$y = -x + 3l$$

т.е. направлена под углом 45° к горизонту и пересекает вертикальную спицу на расстоянии $3l$ от точки их соединения (см. рисунок; траектория бусинки показана пунктиром, ее длина $\sqrt{2}l$).

Найдем ускорение бусинки. На бусинку действуют две силы натяжения и сила тяжести. Но поскольку сумма сил натяжения перпендикулярна траектории, то ускорение бусинки равно проекции ускорения свободного падения на направление траектории, т.е.

$$a = \frac{\sqrt{2}g}{2}.$$

Поэтому

$$\sqrt{2}l = \frac{\sqrt{2}gt^2}{4} \quad \Rightarrow \quad t = 2\sqrt{\frac{l}{g}}$$

