

1. Поезд начинает двигаться с постоянным ускорением и проходит начальный отрезок пути разгона, составляющий $1/9$ часть от полного пути разгона, со средней скоростью $v_{\text{ср}} = 10$ км/ч. Какова скорость v поезда в конце пути разгона? Ответ приведите в км/ч и округлите до целых.

Решение. Поскольку движение поезда является равноускоренным с нулевой начальной скоростью, справедливы равенства: $v_{\text{ср}} = \frac{v_1}{2}$, $\frac{L}{9} = \frac{v_1 t_1}{2}$, $L = \frac{v t}{2}$. Здесь v_1 – скорость поезда в конце девятой части пути разгона, t_1 – время его движения на $1/9$ пути разгона, t – полное время движения поезда на всем пути разгона, L – длина пути разгона. Из этих равенств следует, что $v = 18v_{\text{ср}} \frac{t_1}{t}$. По законам равноускоренного движения $\left(\frac{t_1}{t}\right)^2 = \frac{1}{9}$. **Ответ:** $v = 6v_{\text{ср}} = 60$ км/ч.

2. Трубка с поперечным сечением $S = 3,5 \text{ см}^2$, заполненная водяным паром под давлением $p_0 = 2$ кПа, запаяна с двух концов и расположена горизонтально. При этом находящийся в трубке поршень делит трубку на две равных части. Трубку ставят вертикально, в результате чего поршень смещается, и объем под ним уменьшается в четыре раза. Найдите массу поршня m , если давление насыщенного водяного пара равно $2p_0$. Трением и толщиной поршня можно пренебречь. Температуру пара считайте постоянной. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ приведите в килограммах.

Указание. Для процессов, проводимых при постоянной температуре над ненасыщенным водяным паром, справедливо уравнение $pV = \text{const}$, где p – давление пара, V – его объем.

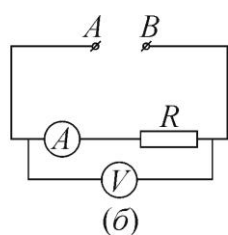
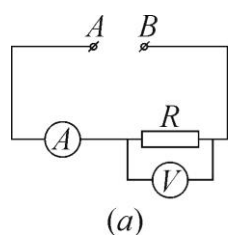
Решение. При перемещении поршня давление пара в нижней части трубки увеличится до величины $2p_0$, после чего будет оставаться постоянным. При этом часть пара сконденсируется. Пар над поршнем можно считать идеальным газом. Обозначим через V_0 половину объема трубки.

Тогда, согласно закону Бойля-Мариотта, $p_0 V_0 = p_1 \left(V_0 + \frac{3}{4} V_0 \right)$. Следовательно, давление пара над

поршнем равно $p_1 = p_0 \frac{V_0}{V_0 + 3V_0/4} = \frac{4}{7} p_0$. Из условия равновесия поршня имеем $p_1 S + mg = 2p_0 S$.

Объединяя записанные выражения, получаем, что $m = \frac{10}{7} \cdot \frac{p_0 S}{g}$. **Ответ:** $m = \frac{10}{7} \cdot \frac{p_0 S}{g} = 0,1$ кг.

3. При включении приборов по схеме, изображенной на рисунке (а), миллиамперметр показывает ток $I_1 = 12$ мА, а вольтметр – напряжение $V_1 = 9,6$ В. При



включении тех же приборов по схеме на рисунке (б) миллиамперметр показывает ток $I_2 = 10$ мА, а вольтметр – напряжение $V_2 = 12$ В. Определите сопротивление резистора R , считая напряжение между точками A и B неизменным. Ответ приведите в килоомах.

Решение. Обозначим через R_A сопротивление миллиамперметра, а через U – напряжение между точками A и B . Тогда для цепей, изображенных на рисунках, справедливы следующие уравнения: $I_1 R_A + V_1 = U$ (для цепи на рисунке (а)), $I_2 (R_A + R) = V_2$ (для цепи на рисунке (б)). Кроме того, по условию задачи $V_2 = U$. Из этой системы находим, что $R = \frac{V_2}{I_2} - \frac{V_2 - V_1}{I_1}$.

Ответ: $R = \frac{V_2}{I_2} - \frac{V_2 - V_1}{I_1} = 1$ кОм.

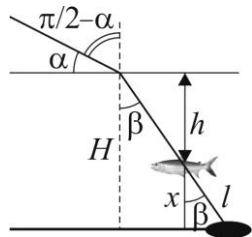
4. В ясный солнечный день рыба плавёт в озере глубиной $H = 1,5$ м. Тень от рыбы на дне озера находится при этом на расстоянии $l = 0,7$ м от неё. На какой глубине h плавёт рыба, если высота солнца над горизонтом составляет $\alpha = 30^\circ$. Показатель преломления воды $n = 1,33$. Ответ приведите с точностью до сантиметра.

Решение. Построим ход солнечного луча, падающего на рыбу и определим местонахождение тени от неё на дне озера (см. рисунок). Обозначим через x расстояние от рыбы до дна озера. Тогда

$h = H - x$. Из закона преломления света получим:

$\sin \beta = \sin(\pi/2 - \alpha)/n = \cos \alpha/n$. С другой стороны $\sin \beta = \sqrt{l^2 - x^2}/l$. Решая

систему из двух уравнений, получим, что $x = \frac{l}{n} \sqrt{n^2 - \cos^2 \alpha}$. Отсюда глубина



$$h = H - l \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{n^2}}. \quad \text{Ответ: } h = H - l \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{n^2}}.$$

Критерии оценки

Каждая задача оценивается максимально в 25 баллов

1. Задача вовсе не решалась – **0 баллов**.
2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы – **2 – 10 баллов**.
3. Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи – **11 – 20 баллов**.
4. Задача решена, но допущены незначительные погрешности – **21-24 балла**.
5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – **25 баллов**.