

Олимпиада «Ломоносов» по физике

7–9 классы, 2026 год

1. Заяц бежит по ровному полю с постоянной по модулю скоростью $v_1 = 25$ км/ч по окружности радиусом $R = 30$ м. Волк, находящийся в центре окружности, по которой бежит заяц, в момент времени $t = 0$ решает побежать за ним, всё время направляя свою скорость \vec{v} точно на зайца. Чему будет равно расстояние L между волком и зайцем через время t при длительной погоне ($t \gg \frac{2\pi R}{v_1}$)? Модуль скорости волка постоянен и равен $v_2 = 24$ км/ч.

$$L = \frac{v_1}{v_2} \left(\frac{v_1}{v_2} \right) - 1 \sqrt{g} = T$$

2. Мальчик налил в высокий цилиндр две несмешивающиеся жидкости: внизу — воду, сверху — подсолнечное масло. У него есть ёлочная игрушка, представляющая собой полый пластиковый шарик объёмом $V = 100$ см³ и массой $m = 20$ г с небольшим отверстием. Какую массу песка нужно насыпать внутрь шарика и потом герметично закрыть, чтобы шарик опустилсся сквозь масло и оказался в равновесии на границе раздела жидкостей — наполовину погрузившись в воду, наполовину оставшись в масле? Ответ выразите в граммах, массой пробки, герметично закрывающей отверстие, пренебрегите. Плотность воды $\rho_w = 1000$ кг/м³, масла $\rho_m = 920$ кг/м³.

$$19L = m - \frac{g}{\rho_w + \rho_m} \cdot A = W$$

3. Ребята решили напоить Деда Мороза горячим чаем во время новогоднего праздника в школе. Они налили в большой фарфоровый чайник массой $m_{\text{ф}} = 500$ г горячий чай массой $m_1 = 300$ г, а температура содержимого стала равна $t_1 = 90^\circ\text{C}$. Но вот только горячий чай Деду Морозу пить совсем нельзя. Ребята решили охладить чай и влили в чайник $m_3 = 400$ г воды при температуре $t_3 = 5^\circ\text{C}$. Потрогав полученный чай, Дед Мороз сказал, что он для него всё ещё очень тёплый и опасен для его здоровья. Тогда ребята кинули в чайник ещё кусок льда массой $m_2 = 250$ г при температуре $t_2 = -10^\circ\text{C}$, при этом весь лёд растаял, и только после этого Дед Мороз решил попробовать приготовленный ребятами чай. Найдите конечную температуру приготовленного ребятами чая для Деда Мороза. Потерями тепла в окружающую среду пренебречь. Удельные теплоёмкости фарфора, льда и воды равны $c_{\text{ф}} = 500$ Дж/(кг·°C), $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг·°C), $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·°C) соответственно. Считать удельные теплоёмкости чая и воды одинаковыми. Удельная теплота плавления льда равна $\lambda = 340$ кДж/кг.

$$t_{\text{к}} = \frac{m_{\text{ф}}c_{\text{ф}}(t_1 - t_{\text{к}}) + m_1c_{\text{в}}(t_1 - t_{\text{к}}) + m_3c_{\text{в}}(t_3 - t_{\text{к}}) + m_2\lambda + m_2c_{\text{л}}(t_2 - t_{\text{к}})}{(m_{\text{ф}} + m_1 + m_3)c_{\text{в}} + m_2c_{\text{л}}} = t_{\text{к}}$$

4. Холодная вода из водопровода, имеющая температуру $t_1 = 8,6^\circ\text{C}$, нагревается с помощью проточного электрического водонагревателя, подключённого к сети с постоянным напряжением $U = 200\text{ В}$. Нагревательный элемент состоит из $N = 2$ одинаковых нихромовых спиралей, соединённых между собой параллельно. При объёмном расходе воды $\alpha = 4\text{ л/мин}$ в установившемся режиме достигается её нагрев до температуры $t_2 = 40^\circ\text{C}$. Какая суммарная длина L нихромовой проволоки диаметра $d = 0,6\text{ мм}$ потребовалась для изготовления всех N спиралей данного водонагревателя? Удельное сопротивление нихрома при рабочей температуре водонагревателя $\rho = 1,1\text{ (Ом} \cdot \text{мм}^2)/\text{м}$, удельная теплоёмкость воды $c = 4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, плотность воды $\rho_0 = 1000\text{ кг/м}^3$. Считать, что в установившемся режиме всё количество теплоты, выделяемое спиралью водонагревателя, идёт на нагрев воды. Ответ дать в метрах и округлить до целого числа.

$$L \approx \frac{(t_2 - t_1) \alpha \rho_0 c}{\rho (P/N) U} = 7$$

5. Колесо скатывается без проскальзывания по наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. В тот момент, когда скорость центра колеса стала равна $V = 10\text{ м/с}$, от его обода отрывается капля воды. Определите максимально возможную высоту H_{max} , относительно точки отрыва, на которую может подняться капля. Считать, что капля может с равной вероятностью оторваться от любой точки обода. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10\text{ м/с}^2$.

$$H_{\text{max}} = \frac{2g}{g \sin^2 \alpha} = 1,25$$