

Олимпиада «Ломоносов 2019 – 2020» по физике

Отборочный этап

Решения задач для 7-х – 9-х классов

1. Одной из характеристик легковых автомобилей, часто приводимых в рекламных проспектах, является так называемое «время разгона до сотни», т.е. минимальное время t_0 , за которое автомобиль, начиная движения из состояния покоя, достигает скорости $v_0 = 100$ км/ч. Пусть для рекламируемого автомобиля $t_0 = c$. Какой путь s проедет этот автомобиль за данное время? Движение автомобиля считайте равноускоренным. Ответ приведите в метрах, округлив до целых.

Решение. Ускорение автомобиля равно $a = \frac{v_0}{t_0}$. Пройденный за время разгона путь $s = \frac{at_0^2}{2} = \frac{v_0 t_0}{2}$.

Ответ: $s = \frac{v_0 t_0}{2}$.

2. Скорость движения лодки относительно воды в n = раза больше скорости течения реки. Во сколько раз k больше времени занимает поездка на лодке между двумя пунктами против течения, чем по течению? Ответ округлите до десятых.

Решение. Обозначим через v_B скорость течения воды, а через $v_L = n \cdot v_B$ – скорость движения лодки относительно воды. Пусть расстояние между пунктами следования лодки L . Тогда время движения лодки против течения $t_1 = \frac{L}{v_L - v_B} = \frac{L}{v_B(n-1)}$, а по течению $t_2 = \frac{L}{v_L + v_B} = \frac{L}{v_B(n+1)}$. Искомое

отношение $k = \frac{t_1}{t_2} = \frac{n+1}{n-1}$. **Ответ:** $k = \frac{n+1}{n-1}$.

3. Слой льда толщиной h = см имеет температуру $t_0 = 0$ °С. Какой минимальной толщины x слой воды при температуре $t = 33$ °С нужно налить на лед, чтобы он полностью растаял? Удельная теплоемкость воды $c_B = 4,2$ кДж/(кг·°С), а ее плотность $\rho_B = 1000$ кг/м³. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг, а его плотность $\rho_L = 900$ кг/м³. Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ приведите в сантиметрах, округлив до десятых.

Решение. Выделим на поверхности льда площадку площадью S . Масса льда, находящегося в пределах этой площадки, $m_L = Sh\rho_L$. Количество теплоты, требующееся для плавления льда, $Q_1 = Sh\rho_L\lambda$. Количество теплоты, которое отдаст налитая на лед вода массой $m_B = Sx\rho_B$ при остывании до температуры плавления льда, $Q_2 = Sx\rho_B c_B(t - t_0)$. Согласно уравнению теплового баланса, $Q_1 = Q_2$. Следовательно, $x = h \frac{\lambda\rho_L}{c_B\rho_B(t - t_0)}$. **Ответ:** $x = h \frac{\lambda\rho_L}{c_B\rho_B(t - t_0)}$.

4. Ремонтируя по просьбе бабушки перегоревшую электроплитку, школьник, недолго думая, укоротил ее спираль на n % первоначальной длины. На сколько процентов k изменилась после такого «ремонта» электрическая мощность плитки по отношению к ее первоначальному значению? Ответ округлите до десятых.

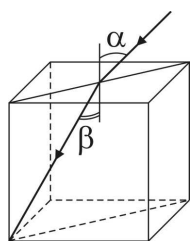
Решение. Мощность, развиваемая электроплиткой, равна $N = \frac{U^2}{R}$, где U – напряжение сети, R – сопротивление плитки. Учтем, что $R = \rho \frac{L}{S}$, где ρ – удельное сопротивление спирали, L – ее длина,

S – площадь ее поперечного сечения. Тогда первоначальная мощность плитки $N_0 = \frac{U^2 S}{\rho L_0}$, а

мощность плитки после ремонта $N_1 = \frac{U^2 S}{\rho L_0 (1 - n_1)} = \frac{N_0}{1 - n_1}$, где $n_1 = n/100\%$. Следовательно,

искомая величина $k = \frac{N_1 - N_0}{N_0} = \frac{n}{1 - n_1}$. **Ответ:** $k = \frac{n}{1 - n/100\%}$.

5. Луч света падает в центр верхней грани прозрачного кубика. Чему равен показатель преломления материала кубика n , если максимальный угол падения, при котором преломленный луч еще попадает на нижнюю грань кубика, $\alpha = \circ$. Ответ округлите до сотых.



Решение. Угол падения на верхнюю грань кубика, удовлетворяющий условию задачи, достигает максимального значения, если совместить плоскость падения с диагоналями верхней и нижней граней кубика (см. рисунок). В этом случае преломленный в центре верхней грани кубика луч проходит через вершину нижней грани, и угол

преломления удовлетворяет условию $\text{tg } \beta = \frac{\sqrt{2}}{2}$. Отсюда $\sin \beta = \frac{\text{tg } \beta}{\sqrt{1 + \text{tg}^2 \beta}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$. По

закону преломления $\sin \alpha = n \sin \beta$. **Ответ:** $n = \sqrt{3} \sin \alpha$.