

**Ответы, решения и указания**  
к задачам районной олимпиады по физике

**11 класс**

1. Ответ: Приложенная сила равна  $(4/5)mg$ .

Решение: Обозначим искомую силу через  $F$ , а силу действия клина на груз через  $N$  и запишем 2-ой закон Ньютона для груза в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси:

$$ma = F\cos 30^\circ - N\sin 30^\circ, \quad 0 = F\sin 30^\circ + N\cos 30^\circ - mg.$$

Запишем далее 2-ой закон Ньютона для клина в проекции на горизонтальное направление:

$$ma = N\sin 30^\circ.$$

При записи уравнений учтено, что ускорения груза и клина одинаковы (груз не скользит по клину). Исключая из системы трех уравнений  $a$  и  $N$ , находим силу  $F$ .

2. Ответ: Сила равна  $\lambda(V^2 + gH)$ .

Решение: Учтем, что за время  $\Delta t$  лежащему на столе элементу массы цепочки  $\Delta m = \lambda V \Delta t$  сообщается импульс  $\Delta m V = \lambda V^2 \Delta t$ . Разделив изменение импульса на  $\Delta t$ , найдем натяжение цепочки на нижнем конце ее вертикального участка:  $F_{\text{нат}} = \lambda V^2$ . Поскольку цепочка втягивается равномерно, искомая сила равна сумме  $F_{\text{нат}}$  и силы тяжести  $\lambda gH$ , действующей на вертикальную часть цепочки.

3. Ответ: Ток возрастет на  $5E/(2R)$ . Заряд на верхней пластине изменится на  $-(5/2)CE$ .

Решение: До замыкания ключа ток через резистор равнялся  $3E/(2R)$ , а заряд верхней пластины был положительным и равным  $(3/2)CE$ . Учтем далее, что разность потенциалов между полюсами батареи, имеющей нулевое внутреннее сопротивление, равна ее ЭДС. Отсюда найдем, что после замыкания ключа ток через верхний резистор будет  $4E/R$ , а заряд на верхней пластине конденсатора станет равным  $-CE$ .

4. Ответ: Брусок пройдет путь  $V_0 \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ .

Решение: Перейдем в инерциальную систему отсчета, связанную с равномерно движущимся свободным концом пружины. В этой системе брусок получает начальную скорость  $V_0$ , направленную от свободного конца пружины, и приходит в колебательное движение с периодом

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ . Через полпериода, когда скорость бруска снова будет равна  $V_0$  и направлена к свободному концу пружины, его кинетическая энергия в неподвижной системе отсчета станет максимальной. Поскольку в этот момент пружина будет снова недеформирована, перемещение груза в неподвижной системе отсчета будет равно перемещению свободного конца пружины  $V_0 T/2$ . Это перемещение и будет равно пройденному пути, т.к. груз в неподвижной системе отсчета не меняет направление скорости.

*Общая рекомендация: При проверке, даже если задача не решена, можно давать 1-2 балла за правильно написанные физические законы, относящиеся к задаче.*

## 10 класс

1. Ответ: На высоте  $\frac{V_0^2}{4g}$ .

Указание: Тангенциальное и нормальное ускорения равны по величине в точках траектории, где угол между вектором скорости и вектором ускорения свободного падения равен  $45^\circ$  и  $135^\circ$ . В этих точках горизонтальная и вертикальная проекции скорости равны по величине  $V_0/2$ .

2. Ответ: Приложенная сила равна  $(4/5)mg$ .

Решение: Обозначим искомую силу через  $F$ , а силу действия клина на груз через  $N$  и запишем 2-ой закон Ньютона для груза в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси:

$$ma = F\cos 30^\circ - N\sin 30^\circ, \quad 0 = F\sin 30^\circ + N\cos 30^\circ - mg.$$

Запишем далее 2-ой закон Ньютона для клина в проекции на горизонтальное направление:

$$ma = N\sin 30^\circ.$$

При записи уравнений учтено, что ускорения груза и клина одинаковы (груз не скользит по клину). Исключая из системы трех уравнений  $a$  и  $N$ , находим силу  $F$ .

3. Ответ: Сила равна  $\lambda(V^2 + gH)$ .

Решение: Учтем, что за время  $\Delta t$  лежащему на столе элементу массы цепочки  $\Delta m = \lambda V \Delta t$  сообщается импульс  $\Delta m V = \lambda V^2 \Delta t$ . Разделив изменение импульса на  $\Delta t$ , найдем натяжение цепочки на нижнем конце ее вертикального участка:  $F_{\text{нат}} = \lambda V^2$ . Поскольку цепочка втягивается равномерно, искомая сила равна сумме  $F_{\text{нат}}$  и силы тяжести  $\lambda gH$ , действующей на вертикальную часть цепочки.

4. Ответ:  $R_x = 2,75$  кОм.

Решение: Обозначим ток, входящий слева в верхнюю ветвь цепи через  $I_1$ , а в нижнюю – через  $I_2$ . Очевидно,  $I_2 > I_1$ , поскольку сопротивление верхней ветви больше. Значит, ток через амперметр течет вверх, и ток через крайний правый резистор в верхней ветви равен  $I_1 + 3$  мА. Запишем для верхней ветви соотношение  $I_1 2R + (I_1 + 3 \text{ мА})R = 120$  В. Отсюда находим  $I_1 = 39$  мА. В силу малости сопротивления амперметра крайние правые резисторы в верхней и нижней ветвях включены параллельно, и через них текут одинаковые токи. Поэтому  $I_1 + 3 \text{ мА} = I_2 - 3 \text{ мА}$ , т.е.  $I_2 = 45$  мА. Из малости сопротивления амперметра следует также равенство напряжений  $I_1 2R = I_2 [R + R_x(R + R_x)^{-1}]$ . Подставляя в последнее соотношение найденные токи  $I_1$  и  $I_2$ , получаем  $R_x$ .

*Общая рекомендация:* При проверке, даже если задача не решена, можно давать 1-2 балла за правильно написанные физические законы, относящиеся к задаче.

## 9 класс

- Ответ: Наибольшая скорость удаления равна 5 км/час, а наименьшая – равна нулю.  
Указание: Наибольшая скорость достигается в моменты, когда более быстрый велосипедист обгоняет более медленного. Наименьшая (равная нулю) скорость удаления реализуется в моменты, когда велосипедисты оказываются на расстоянии диаметра друг от друга.
- Ответ:  $\tau = \sqrt{2} \frac{V_0}{a}$ , момент столкновения равен  $t = \tau + \frac{V_0}{a} = (1 + \sqrt{2}) \frac{V_0}{a}$ .  
Указание. Наиболее позднее столкновение произойдет в точке, где вторая частица максимально смещена в отрицательном направлении оси  $x$ .
- Ответ: Верхний уровень масла опустился на 1 см.  
Решение: Поскольку содержимое сосуда не меняется, то не меняется и сила давления на дно сосуда. Отсюда следует:  
$$\rho_v g \Delta H + \rho_m g \Delta h = 0,$$
где  $\rho_v$  и  $\rho_m$  – плотности воды и масла,  $\Delta H$  – изменение высоты столба воды, а  $\Delta h$  – изменение высоты столба масла. Из этого соотношения находим  $\Delta h = -5$  см. Следовательно, верхний уровень масла опустится на 1 см.
- Ответ:  $R_x = 2,75$  кОм.  
Решение: Обозначим ток, входящий слева в верхнюю ветвь цепи через  $I_1$ , а в нижнюю – через  $I_2$ . Очевидно,  $I_2 > I_1$ , поскольку сопротивление верхней ветви больше. Значит, ток через амперметр течет вверх, и ток через крайний правый резистор в верхней ветви равен  $I_1 + 3$  мА. Запишем для верхней ветви соотношение  $I_1 2R + (I_1 + 3 \text{ мА})R = 120$  В. Отсюда находим  $I_1 = 39$  мА. В силу малости сопротивления амперметра крайние правые резисторы в верхней и нижней ветвях включены параллельно, и через них текут одинаковые токи. Поэтому  $I_1 + 3 \text{ мА} = I_2 - 3 \text{ мА}$ , т.е.  $I_2 = 45$  мА. Из малости сопротивления амперметра следует также равенство напряжений  $I_1 2R = I_2 [R + R_x (R + R_x)^{-1}]$ . Подставляя в последнее соотношение найденные токи  $I_1$  и  $I_2$ , получаем  $R_x$ .

*Общая рекомендация: При проверке, даже если задача не решена, можно давать 1-2 балла за правильно написанные физические законы, относящиеся к задаче.*

## 8 класс

1. Ответ: Обратный путь занял 2 часа 5 минут.
2. Ответ: Средняя скорость туриста на первой половине пути равна 6 км/час (на этой половине скорость постоянна). На второй половине средняя скорость равна  $14/3$  км/час.
3. Ответ: Отношение удельных теплоемкостей равно  $11/9$ .  
Решение: Обозначим массы тел через  $m$ , а их удельные теплоемкости тел через  $C_1$  и  $C_2$  ( $C_1 > C_2$ ). Разница в количестве полученного тепла в двух случаях нагревания на  $100^\circ$  равна  $(C_1 - C_2)m100^\circ$ . Эта величина определяет разницу установившихся в результате теплового контакта температур:  $(C_1 - C_2)m100^\circ = (C_1 + C_2)m10^\circ$ . Отсюда получаем отношение  $C_1/C_2$ .
4. Ответ: Плотность груза равна  $5000 \text{ кг/м}^3$ .  
Решение: Пока груз находится в банке, объем вытесняемой им воды равен  $m/\rho_v$ , где  $m$  – масса груза, а  $\rho_v$  – плотность воды. Утонувший груз вытесняет объем  $m/\rho_r$ , где  $\rho_r$  – плотность груза. Разность вытесняемых объемов и определяет понижение уровня  $\Delta H$ :  $m/\rho_v - m/\rho_r = S\Delta H$ , где  $S$  – площадь дна сосуда.

*Общая рекомендация: При проверке, даже если задача не решена, можно давать 1-2 балла за правильно написанные физические законы, относящиеся к задаче.*

## 7 класс

1. Ответ: Обратный путь занял 2 часа 5 минут.
2. Ответ: Расстояние между деталями увеличится на 0,5 м. Количество деталей, поступающих за 1 мин в контейнер, не изменится.
3. Ответ: В бак можно налить  $8 \text{ м}^3$  воды.  
Указание: Учсть, что у куба окрашивают 5 граней. Следовательно, площадь одной грани равна  $4 \text{ м}^2$ , а его ребро равно 2 м.

*Общая рекомендация: При проверке, даже если задача не решена, можно давать 1-2 балла за правильно написанные физические законы, относящиеся к задаче.*