ЗАДАЧИ ПРЕДЛАГАЕМЫЕ НА ОЛИМПИАДАХ ШКОЛЬНИКОВ РФ ПО ФИЗИКЕ

Максимальный балл для задач – 40б

Задание 1. Два жука бегут по прямой дорожке с постоянными скоростями. В начальный момент $t_0 = 0$ с расстояние между ними было равно $s_0 = 20$ м. В момент времени $t_1 = 10$ с расстояние между ними стало равным $s_1 = 5$ м. Какое расстояние s_2 между ними будет в момент $t_2 = 20$ с?

Возможные этапы решения

За первые $t_1 - t_0 = 10$ с расстояние между жуками уменьшилось с $s_0 = 20$ м до $s_1 = 5$ м, поэтому изначально они бежали навстречу друг другу и возможны два варианта:

К моменту t_1 они успели встретиться и теперь бегут в разные стороны. Тогда их относительная скорость равна $v = \frac{s_0+s_1}{t_1-t_0} = \frac{25\text{ м}}{10\text{ с}} = 2{,}5\text{ м/с}$.

Ещё через $t_2 - t_1 = 10$ с расстояние между ними возрастет на $v(t_2 - t_1) = 25$ м, поэтому $s_2 = s_1 + v(t_2 - t_1) = 5$ м + 25 м = 30 м. (3б.)

К моменту t_1 они не успели встретиться и продолжают бежать навстречу друг другу. В таком случае их относительная скорость равна $v = \frac{s_0-s_1}{t_1-t_0} = \frac{15\text{ м}}{10\text{ с}} = 1{,}5\text{ м/с}$. Ещё через $t_2 - t_1 = 10$ с они переместятся друг относительно друга на $v(t_2 - t_1) = 15$ м, что больше, чем $s_1 = 5$ м.(3б.)

Таким образом к моменту $t_2 = 20$ с они уже встретятся и расстояние между ними будет равным $s_2 = v(t_2 - t_1) - s_1 = 15$ м – 5 м = 10 м. (3б.)

Ответ: $s_2 = 30$ м или $s_2 = 10$ м. (1б.)

Задание 2. Три одинаковых стакана наполовину заполнены водой разной температуры. Известно, что температура воды в третьем стакане на 12°С больше, чем во втором. В первом опыте сначала всю воду из первого стакана выливают во второй, затем из второго стакана доливают воду в третий стакан, так что он становится полным. После этого воду из стаканов выливают и наполняют их так же, как перед первым опытом. Во втором опыте сначала всю воду из первого стакана выливают в третий, после чего половину воды из третьего стакана отливают в первый стакан и освободившееся место заполняют водой из второго стакана. Насколько конечная температура воды в третьем стакане в первом опыте больше, чем во втором? Вода в стаканах смешивается быстро, теплообменом воды со стаканами и окружающей средой в течение опытов можно пренебречь.

Возможные этапы решения

Пусть T_1, T_2, T_3 - исходные температуры в стаканах, T_a, T_b - температуры в третьем стакане в конце первого и второго экспериментов соответственно. Каждый раз, когда в стакан, заполненый наполовину водой с температурой T_I, наливают еще полстакана воды температуры T_II, в нем устанавливается температура воды $T = (T_\text{I} + T_\text{II})/2$. (2б.)

Таким образом, в первом опыте конечная температура воды в третьем стакане будет равна

$$T_a = \frac{\frac{(T_1 + T_2)}{2} + T_3}{2} \qquad (3б)$$

А во втором:

$$T_b = \frac{\frac{(T_1 + T_3)}{2} + T_2}{2} \qquad (2б)$$

$T_a - T_b = (T_3 - T_1)/4 = 12°C/4 = 3°C$ (2б.)

Ответ: на 3°С. (1б.)

Максимальный балл – 10

Максимальный балл – 50

***Задание* 3.** На горизонтальную поверхность льда при температуре $t_1 = 0^0$ С кладут однокопеечную монету нагретую до температуры $t_2 = 50^0$ С. Монета проплавляет лед и опускается в образовавшуюся лунку. На какую часть своей толщины она погрузится в лед? Удельная теплоемкость материала монеты c = 380 Дж/ (кг · К), его плотность ρ = 8,9 г/см^3. Удельная теплота плавления льда $3{,}4 \cdot 10^5$ Дж/кг, плотность льда $\rho_л$ = 900 кг/м^3.

***Возможные этапы решения*.**

Теплота, отданная монетой при остывании $Q_1 = cm_1\Delta t$ (1б.)

Теплота, затраченная на плавление льда $Q_2 = \lambda m_л$ (1б.)

Тогда из уравнения теплового баланса можем записать:

$cm_1\Delta t = \lambda m_л$ (1б.)

Пусть S - площадь одной из сторон монеты, d – ее толщина, а d_1 – глубина лунки, тогда $m_1 = V_1\rho = Sd\rho \qquad m_л = Sd_1\rho_л$ (2б.)

Подставив выражения для масс, получим $cSd\rho\Delta t = \lambda Sd_1\rho_л$ (2б.)

Отношение $\frac{d_1}{d} = \frac{c\rho\Delta t}{\lambda\rho_л} = 0{,}55$ (3б.)

Задание 4. Пассажир автобуса, едущего вдоль прямого канала с водой, наблюдает за световым бликом, который отбрасывается спокойной поверхностью воды от фонаря, стоящего на противоположном берегу канала. Найдите скорость движения блика по поверхности воды относительно берегов канала, если высота фонаря над поверхностью воды H, высота глаз пассажира над поверхностью воды h, скорость автобуса v.

Возможные этапы решения

Нарисуем вид канала сверху (см. рис. 4) и обозначим на нём положения автобуса, блика и столба буквами A, B и C соответственно. Пусть в момент времени $t = 0$ автобус находился в начале системы координат XOY — точке O, причём прямая OC была перпендикулярна берегам канала. Тогда $OA = vt$. Обозначим также $OC = L$, $AC = l$, $AB = l_1$, $BC = l_2$. (2б.)

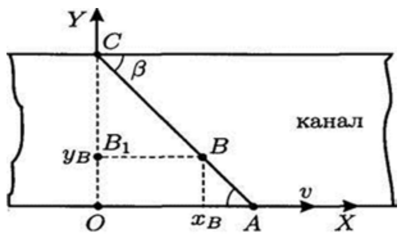
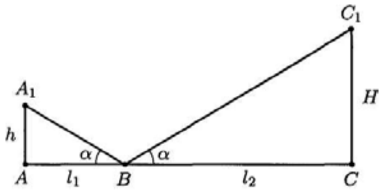


Рис. 4

Рассмотрим вид сбоку в плоскости ACB (см. рис. 5) и обозначим местонахождение глаз пассажира A_1, а вершину столба C_1. Так как при отражении угол A_1 BA равен углу C_1 BC, то треугольники A_1 BA и C_1 BC подобны. (2б.)



Поэтому $\dfrac{BC}{AB} = \dfrac{H}{h}$.

Отсюда следует, что $\dfrac{BC}{AC} = \dfrac{BC}{AB+BC} = \dfrac{H}{h+H}$ (2б.)

Проведём через точку B на рисунке 4 прямую, параллельную берегам канала; она пересечёт перпендикуляр CO в точке B_1. Из подобия треугольников CBB_1 и CAO получаем

$\dfrac{B_1C}{OC} = \dfrac{BC}{AC} = \dfrac{H}{H+h}$ (1б.)

т.е. отношение $\dfrac{B_1C}{OC}$ есть постоянная величина. Это означает, что точка B_1 не меняет своего положения по координате y со временем. Таким образом, блик движется по прямой, проходящей через точку B_1 параллельно берегам канала. Найдём его скорость. Длины отрезков B_1 B и O A равны ut и vt соответственно. Из подобия треугольников CBB_1 и CAO следует

отношение: $\dfrac{B_1B}{OA} = \dfrac{ut}{vt} = \dfrac{BC}{AC} = \dfrac{H}{H+h}$ (1б.)

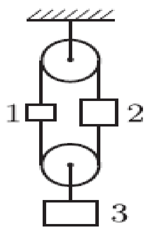
из которого получается выражение для скорости блика:

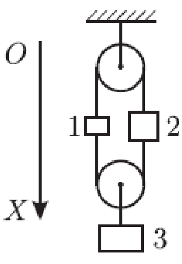
$u = v\dfrac{H}{H+h}$ (2б.)

Максимальный балл - 10

Максимальный балл – 50

Задание 5. В системе, изображённой на рисунке, грузы 1 и 2 прикреплены к нитям, массы грузов 1, 2 и 3 равны М, 2М и 3М соответственно. Найдите их ускорения. Трение отсутствует. Блоки невесомы, нити невесомы и нерастяжимы, не лежащие на блоках участки нитей вертикальны.





Возможные этапы решения

Из чертежа видно, что груз массой *3M* двигаться не может, и поэтому его ускорение равно нулю. Так как блоки и нити невесомы и трение отсутствует, то сила натяжения T_1 верхней нити, перекинутой через верхний блок, постоянна вдоль всей её длины. То же самое справедливо и для силы натяжения T_2 нижней нити, на которой висит нижний блок.(2б.)

Направим координатную ось *OX* вниз и обозначим ускорение груза массой *2M* через *a*. Тогда груз массой *M*, двигающийся в противоположном направлении, имеет ускорение $-a$. (2б.)

Запишем второй закон Ньютона для грузов массами *M* и *2M*:

$$-Ma = Mg - T_1 + T_2, \qquad 2Ma = 2Mg - T_1 + T_2. \text{ (2б.)}$$

Вычитая первое уравнение из второго, получим, что
$3Ma = Mg$. Отсюда $a = g/3$. (2б.)
Таким образом, груз массой M движется с ускорением $g/3$ вверх, груз массой $2M$ - с ускорением $g/3$ вниз, ускорение груза массой $3M$ равно нулю. (2б.)
Максимальный балл - 10

Задание 6. На поверхность линзы наносится тонкий слой прозрачного вещества для уменьшения потерь света в результате отражения («просветление оптики»). Показатель преломления n_1 вещества меньше показателя преломления n_2 стекла линзы. Какова минимальная толщина этого слоя для света длиной волны λ?

Возможные этапы решения.
Для уменьшения отражения интерференция волн, отраженных от пленки и стекла линзы, должна давать минимум. (2 б.).
Т. к. при отражении от пленки, и от стекла происходит отражение от более плотной среды, обе волны меняют фазу на π. (2 б.).
Следовательно, разность фаз интерферирующих волн определяется только оптической толщиной пленки $n_1 d$, которую проходит дважды:

$$\Delta = 2n_1 d = \frac{\lambda}{2}, \text{ (4 б.).}$$

$$d = \frac{\lambda}{4n_1} \text{ (2 б.).}$$

Максимальный балл - 10