

**Решения к заданиям муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по физике
2017-18 учебный год
10 класс**

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10. Жюри Олимпиады оценивает записи, приведенные **только** в чистовике. Черновики не проверяются.

Не допускается снятие баллов за «плохой почерк», за решение задачи нерациональным способом, не в общем виде, или способом, не совпадающим с предложенным методической комиссией. **Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается.**

Проверка работ осуществляется Жюри Олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
5-6	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
5	Найдено решение одного из двух возможных случаев.
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.

Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, член жюри заносит ее в таблицу на первой странице работы и ставит свою подпись под оценкой.

В случае неверного решения необходимо находить и отмечать ошибку, которая к нему привела. Это позволит точнее оценить правильную часть решения и сэкономит время в случае апелляции.

Задача 1. Под настольной лампой, находящейся на высоте $h = 1$ м над поверхностью стола, по столу проложены прямые рельсы (проходящие строго под лампой). По ним со скоростью $v = 1$ м/с катится маленькая тележка с лежащим на ней горизонтально зеркальцем. С какой скоростью u бежит светлое пятнышко по потолку? Высота потолка над поверхностью стола $H = 2$ м.

Возможное решение.

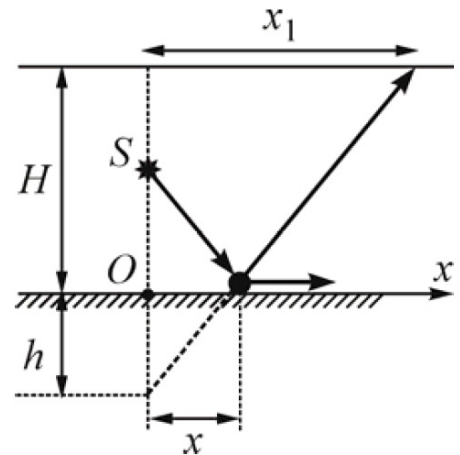
Изобразим ход лучей на рисунке. Координата светлого пятна x_1 связана с координатой тележки x соотношением подобия

$x_1 : x = (H + h) : h$. Принимая в качестве начала отсчета времени момент прохождения тележки под лампой, запишем зависимость координаты x тележки от времени t : в силу равномерности движения эта зависимость имеет вид $x = vt$. Отсюда:

$$x_1 = \frac{H + h}{h} vt$$

Следовательно, скорость пятна

$$u = \frac{x_1}{t} = \frac{H + h}{h} v = 3 \text{ м/с}$$



Задача 2. Газон поливают из шланга, направляя струю под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Определите диаметр d струи в верхней точке траектории, если внутренний диаметр шланга равен $d_0 = 1$ см, а струя в процессе движения не распадается на капли. Считать, что диаметр шланга много меньше высоты подъёма.

Возможное решение.

Пусть V_0 – начальная скорость струи. В верхней точке вертикальная проекция скорости обращается в нуль, а горизонтальная проекция остаётся неизменной и равной $V_0 \cos \alpha$. Поскольку расход воды должен оставаться неизменным, начальная площадь поперечного сечения струи S_0 связана с площадью поперечного сечения струи S в верхней точке траектории соотношением $S_0 V_0 = S V_0 \cos \alpha$. Учитывая, что площадь пропорциональна квадрату диаметра струи, запишем $d_0^2 V_0 = d^2 V_0 \cos \alpha$ и получим, что $d = d_0 / (\cos \alpha)^{1/2} = 2^{1/2} d_0 \approx 1,4$ см.

Ответ: диаметр струи в верхней точке траектории $d = d_0 / (\cos \alpha)^{1/2} = 2^{1/2} d_0 \approx 1,4$ см.

Задача 3. По наклонной плоскости, которая затем плавно переходит в горизонтальную, соскальзывает маленькая шайба, которая останавливается в точке В (рис. 1). Найдите скорость шайбы в точке А. Коэффициент трения между обеими плоскостями и шайбой равен μ , наклонная плоскость образует угол α с горизонтом, $\mu < \operatorname{tg} \alpha$. Расстояния l_1 и l_2 известны, $\mu l_2 > l_1 \sin \alpha$. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Возможное решение.

При движении по наклонной плоскости проекция ускорения шайбы на направление движения $a_1 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$.

Пусть v — искомая скорость шайбы в точке А, v_1 — скорость шайбы в точке, где наклонная плоскость переходит в горизонтальную. Поскольку шайба движется равноускорено:

$$l_1 = \frac{v_1^2 - v^2}{2a_1} \Rightarrow v = \sqrt{v_1^2 - 2a_1 l_1} = \sqrt{v_1^2 - 2g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) l_1}$$

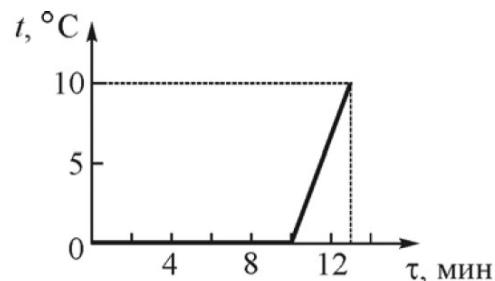
При движении по горизонтальной плоскости проекция ускорения шайбы на направление движения: $a_2 = -\mu g$,

$$\text{Значит, } l_2 = -\frac{v_1^2}{2a_2} \Rightarrow v_1^2 = -2a_2 l_2 = 2\mu g l_2$$

Подставив это равенство в полученное ранее выражение для v , найдём:

$$v = \sqrt{2g(\mu l_2 - l_1 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha))}.$$

Задача 4. В калориметр с водой и льдом погрузили проволоку сопротивлением $R = 800$ Ом и стали пропускать ток силой $I = 1$ А. На графике приведена зависимость температуры T в калориметре от времени t . Определите начальную массу льда m_1 и начальную массу воды в жидком состоянии m_2 . Удельная теплота плавления льда $\lambda = 336$ кДж/кг, удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С).

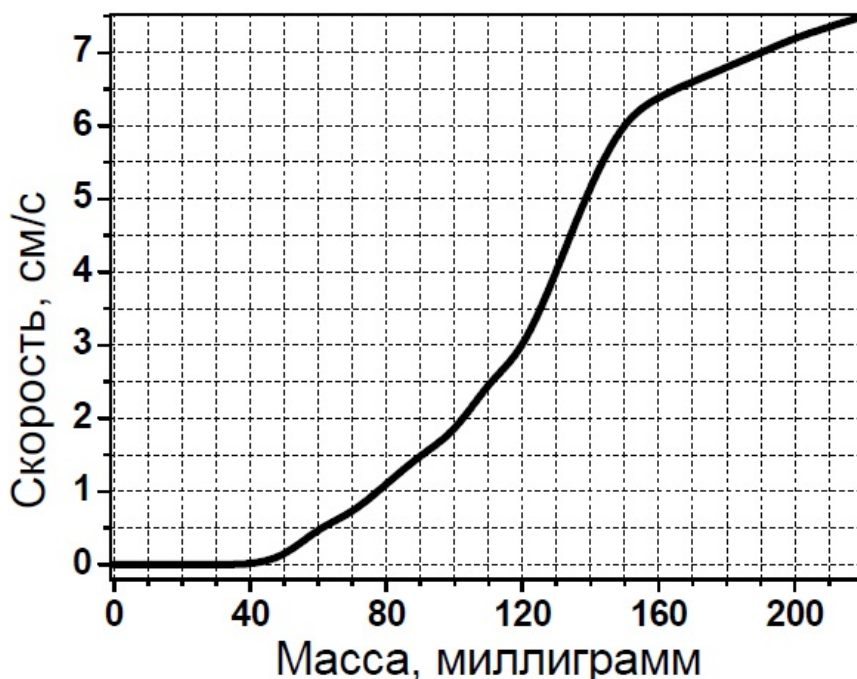


Возможное решение.

Как следует из графика, за время $\tau_1 = 10$ мин. = 600 с в калориметре плавится лед, а еще за время $\tau_2 = 3$ мин. = 180 с вся вода нагревается от 0 °С до 10 °С, на $\Delta t = 10$ °С. На первом этапе получено количество теплоты λm_1 , на втором этапе — количество теплоты $c(m_1 + m_2)\Delta t$. Поскольку мощность электронагревателя составляет $I^2 R$, составим уравнения: $I^2 R \tau_1 = \lambda m_1$ и $I^2 R \tau_2 = c(m_1 + m_2)\Delta t$. Следовательно, $m_1 = I^2 R \tau_1 / \lambda \approx 1,43$ кг и $m_2 = I^2 R \tau_2 / (c \Delta t) - m_1 \approx 2$ кг.

Ответ: начальная масса льда $m_1 = I^2 R \tau_1 / \lambda \approx 1,43$ кг, начальная масса воды $m_2 = I^2 R \tau_2 / (c \Delta t) - m_1 \approx 2$ кг.

Задача 5. После небольшого дождя на оконном стекле высотой 1.5 м осталось много одинаковых неподвижных капель воды. На самом верху стекла две капли оказались рядом, и они слились в одну, бóльшую каплю. Эта капля стала двигаться вниз по стеклу со скоростью 0.5 см/с, практически не оставляя следов на стекле. Затем эта капля слилась с еще одной. Увеличившаяся капля продолжила движение вниз и т.д. Зависимость средней скорости сползания капли от ее массы приведена на графике справа. С помощью графика определите, за какое время эта капля дойдет до нижнего края стекла. Считать, что движущаяся капля встречает неподвижную каплю примерно через каждые 30 см.



Возможное решение.

Согласно графику капля, спускающаяся со скоростью 0.5 см/с имеет массу 60 мг (+1 балл). Это значит, что каждая неподвижная капля имеет массу 30 мг (+2 балла), так как при слиянии массы складываются, а все капли одинаковые и на стекле воды не остается. Всего надо учесть еще 4 слияния, при которых будут получаться капли с массами 90 мг, 120 мг, 150 мг и 180 мг (+1 балл). Капля с массой 180 мг дойдет до нижнего края (+1 балл). По графику можно определить, что средние скорости движения этих капель будут составлять: 1.5 см/с, 3 см/с, 6 см/с, 6.8 см/с, соответственно (+ 2 балла). Время на прохождение каждого из пяти участков по 30 см будет составлять: 60 с, 20 с, 10 с, 5 с и ≈ 4.4 с, соответственно (+1 балл). Полное время составит примерно 99 с (+2 балла)