

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
10 класс

Критерии оценивания и возможные решения

Максимальный балл – 50 баллов (за выполнение каждого задания – 10 баллов)

1. Рабочему на стройке необходимо засыпать яму песком. Ящик с песком стоит на горизонтальной поверхности с коэффициентом трения μ . Масса песка в ящике M . Найдите минимальное значение энергии, необходимое для перемещения песка в яму, находящуюся на расстоянии L от ящика по горизонтали. Песок можно перебрасывать лопатой сразу из исходного положения, или сначала передвинув ящик ближе к яме, толкая его горизонтально направленной силой. Ускорение силы тяжести g . Массой самого ящика и его размером по сравнению с L пренебречь.

Возможное решение

С любого расстояния рабочему выгоднее всего бросать песок под углом 45° к горизонту, т.к. дальность полета в этом случае будет максимальна.

При начальной скорости v максимальная дальность полета равна $L = v^2/g$. Если бросать на исходное расстояние L , то затраты энергии строителя идут на сообщение песку кинетической энергии:

$$Mv^2/2 = MgL/2. \quad (3 \text{ балла}).$$

Если передвинуть ящик на некоторое расстояние x к яме. Тогда затраты на переброс уменьшатся до величины $Mg(L - x)/2$, но потребуются еще работа $\mu Mg x$ на перемещение ящика ближе к яме.

Всего потребуется энергии

$$Mg(L - x)/2 + \mu Mg x = MgL/2 + Mg x(\mu - 1/2). \quad (3 \text{ балла}).$$

Видно, что при $\mu > 1/2$ затраты только увеличатся, а при обратном условии уменьшаются тем сильнее, чем больше x . (1 балл).

Вывод: при $\mu > 1/2$ следует перебрасывать песок из исходного положения,

$$A_{\min} = MgL/2 \quad (1 \text{ балл});$$

при $\mu < 1/2$ следует толкать ящик до ямы, $A_{\min} = \mu MgL$ (1 балл);

при $\mu = 1/2$ работа $A_{\min} = MgL/2$ и не зависит от способа (т.е. выбора величины x) (1 балл).

2. Сферическая дождевая капля радиусом 2 мм падает с постоянной скоростью. Как изменится температура капли за 10 с, если все выделяющееся тепло идет на ее нагревание, а сила сопротивления воздуха может быть найдена по формуле $F_c = 0,24\pi R^2 v^2$? (v - скорость капли).

Возможное решение

Выделяющееся количество теплоты можно найти с одной стороны как $c \cdot m \cdot \Delta t$ а с другой стороны как работу силы сопротивления, взятую с обратным знаком $F_c \cdot s$, где s - перемещение капли за время 10 с. С учетом равномерности движения получаем $c \cdot m \cdot \Delta t = m \cdot g \cdot v \cdot \tau$. В итоге получаем для изменения температуры

следующее выражение: $\Delta t = \frac{g \cdot v \cdot \tau}{c}$.

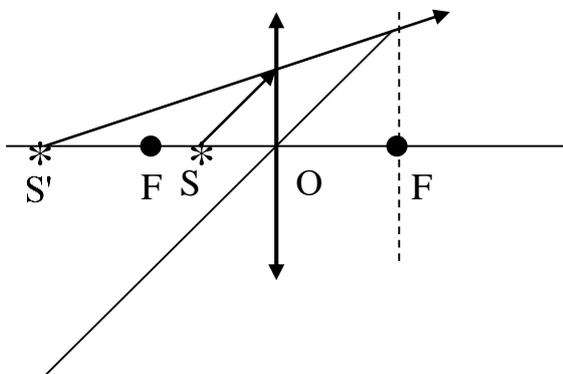
Для расчета изменения температуры необходимо найти скорость капли. Для ее нахождения используем тот факт, что движение идет с постоянной скоростью и

сумма сил, действующих на каплю, равна 0. Получаем, что $F_c = m \cdot g$, или

$$0,24\pi R^2 v^2 = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho \cdot g, \text{ откуда } v = \sqrt{\frac{\rho \cdot R \cdot g}{0,18}}.$$

Тогда для изменения температуры получим $\Delta t = \frac{g \cdot \tau}{c} \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot R \cdot g}{0,18}}$.

В результате расчета находим изменение температуры, равное $0,25^\circ\text{C}$.



3. Результаты построения представлены на рисунке.

Критерии оценивания

За правильно построенное положение предмета без пояснений (7 баллов)

За пояснения при построении (+3 балла)

4. Соединим параллельно школьный вольтметр и школьный миллиамперметр – получим новый прибор и назовем его

амперовольтметр. Соединим такие же два прибора последовательно – у нас получится *вольтоамперметр*. Возьмем неизвестный резистор, параллельно резистору включим вольтоамперметр. Последовательно с этой цепью включим амперовольтметр и батарейку. Показания приборов: амперовольтметр – 6 мА и 0,3 В, вольтоамперметр – 2,7 В и 2,7 мА. Найдите по этим данным сопротивление резистора.

Возможное решение

Изобразим электрическую цепь, в соответствии с условием задачи. (+1 балл)

По показаниям амперовольтметра можно определить сопротивление амперметра:

$$R_a = U_1 / I_1 = 0,3 / 0,006 = 50 \text{ (Ом)}. \quad (+1 \text{ балл})$$

Т.к. в вольтоамперметре приборы такие же, то напряжение на амперметре будет равно:

$$U_a = I_2 R_a = 0,0027 \cdot 50 = 0,135 \text{ (В)}. \quad (+1 \text{ балл})$$

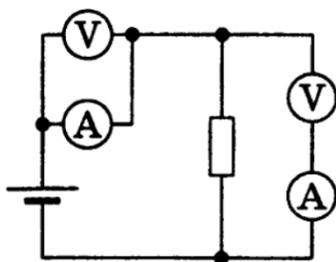


Рисунок к задаче 4

Тогда напряжение на резисторе по данным вольтоамперметра будет равно:

$$U_r = U_v + U_a = 2,7 + 0,135 = 2,835 \text{ (В)}. \quad (+2 \text{ балла})$$

По показаниям вольтоамперметра можно определить сопротивление вольтметра:

$$R_v = U_2 / I_2 = 2,7 / 0,0027 = 1000 \text{ (Ом)}. \quad (+1 \text{ балл})$$

Теперь можно определить ток через вольтметр в амперовольтметре и общий ток через резистор:

$$I_v = 0,3 / 1000 = 0,0003 \text{ (А)} \quad (+1 \text{ балл})$$

$$I_r = (I_a + I_v) - I_{va} = (0,006 + 0,00003) - 0,0027 = 0,0036 \text{ (А)} \quad (+2 \text{ балла})$$

Зная напряжение на резисторе и силу тока через него, можно определить его сопротивление:

$$R = U_r / I_r = 2,835 / 0,0036 = 788 \text{ (Ом)} \quad (+1 \text{ балл})$$

5. Экспериментатор Плюк купил ведро картошки и решил определить ее плотность. Для этого он взял второе, точно такое же ведро и наполнил его водой.

Потом он взвесил ведра вместе с содержимым и получил значения масс 5,8 кг для первого и 9 кг для второго, соответственно. Затем из ведра с водой он аккуратно перелил половину воды в ведро с картошкой. При этом оказалось, что картошка полностью покрыта водой, а уровень воды в этом ведре стал таким же, как раньше был в ведре с водой. Теперь он опять взвесил первое ведро и получил значение его массы 9,8 кг. Определите по этим данным какое значение собственной плотности картофеля получилось у экспериментатора. Считать, что плотность воды равна 1000 кг/м³.

Возможное решение

Если объем воды равен V , то перелито было $V/2$ (+1 балл),
а масса перелитой воды составляет 4 кг, т.е. $V=8$ л (+ 2 балла).

Так как оставшаяся вода имеет ту же массу, то это означает, что масса ведра составляет 1кг (+ 1 балл).

Сумма объемов картофеля и перелитой воды, согласно условию, равна V , т.е. объем картофеля равен $V/2=4$ л (+ 2 балла).

Зная массу ведра, находим собственную массу картофеля – $m=4,8$ кг (+ 2балла).

Таким образом, плотность картофеля равна $\rho=2m/V=1,2$ кг/л= 1200 кг/м³. (+ 2 балла)

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

Если задача решена не полностью, а её решение не подпадает под авторскую систему оценивания, то жюри вправе предложить свою версию системы оценивания.

Альтернативные способы решения задач, не учтенные составителями задач в рекомендациях, при условии их правильности и корректности также оцениваются в полной мере.

Ниже представлена общая схема 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.