

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
по физике
2016-2017 учебный год
8 класс**

Максимальный балл 40

1. Воздушный шар вертикально поднимается с постоянной скоростью $v_1=2$ м/с. С края корзины шара свешивается длинная верёвочная лестница, которая всегда достаёт до земли. Когда шар находился на высоте $h_0=6$ м, по лестнице начинает подниматься человек со скоростью $v_2=3$ м/с относительно лестницы. Поднявшись до самой корзины, человек вспомнил, что забыл на земле чемодан и тут же начал спускаться по лестнице вниз.

1. За какое время человек доберётся до края корзины?

2. За какое время человек спустится обратно на землю, если: а) будет спускаться с той же скоростью, что и поднимался; б) будет спускаться в два раза медленнее, чем поднимался?

Возможное решение:

Для ответа на первый вопрос достаточно разделить высоту шара над землёй на скорость поднятия человека: $t_1 = \frac{h_0}{v_2} = 2$ с

При ответе на второй вопрос необходимо учитывать, что пока человек поднимался в корзину, шар поднялся над землёй ещё на некоторую высоту $h = v_1 t_1$. Дальше задачу можно решать как в системе отсчёта связанной с шаром, так и в системе отсчёта, связанной с землёй. Если принять скорость спуска человека относительно лестницы за v_3 , то получается следующая расчётная формула для времени спуска: $t_2 = \frac{h_0(v_2+v_1)}{v_2(v_3-v_1)}$

Если в эту формулу подставить скорость спуска из условия под буквой «а», то получится время 10 с.

Если подставить скорость спуска из условия под буквой «б», то время будет получаться отрицательным. Это означает, что при данном условии человек не сможет спуститься на землю.

Критерии оценивания

1	Правильный ответ на первый вопрос	2 балла
2	Правильный и обоснованный вывод формулы для вычисления времени спуска	3 балла
3	Правильный ответ на второй вопрос под буквой «а»	2 балла
4	Правильный и обоснованный ответ на второй вопрос под буквой «б»	3 балла
<i>Максимальное количество баллов</i>		10 баллов

2. Под проливным дождем грустит девочка Маша. А чтобы Маша не грустила и не мерзла, мы ей предложим новейший обогреватель! Правда работает он на древесном угле и КПД его составляет всего 40%. Давайте определим сколько понадобится сжечь угля, чтобы Мария не ощущала дискомфорта от дождя в течении 2,5 часов (Имеется в виду, что тепло от обогревателя будет компенсировать отдачу тепла дождю). Известно, что за 1 минуту на Машу попадает 1500 капель, в момент их падения температура капель 12 °С, средний объем одной капли 0,03 мл. Температура девочки 36,6 °С. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг·°С, удельная теплота сгорания древесного угля 34 МДж/кг. Плотность воды 1000 кг/м³. В тепловом взаимодействии участвуют только капли дождя, Маша и обогреватель.

Возможное решение:

Найдем сколько тепла забирает 1 капля дождя:

$$Q_1 = C_v m_1 (T_m - T_k) = C_v \rho_v V_1 (T_m - T_k) = 4200 \cdot 1000 \cdot 0,03 \cdot 10^{-6} \cdot 24,6 = 3 \text{ Дж}$$

Найдем мощность отдачи тепла от всех капель:

$$N_{от} = Q_1 \cdot N / t = 3 \cdot 1500 / 60 = 75 \text{ Вт}$$

Т.к. тепловое взаимодействие происходит только между тремя телами, значит вся полезная мощность от обогревателя идет на компенсацию потерь от дождя:

$$N_{от} = N_{об}$$

Полезную мощность мы можем найти через КПД:

$$N_{об} = N \cdot \eta$$

А мощность обогревателя зависит от количества теплоты получаемого при сжигании древесного угля:

$$N = Q_{об} / T = q_{уг} \cdot m_{уг} / T$$

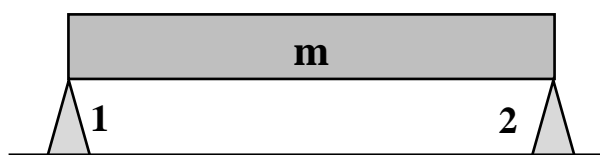
Отсюда выразим массу угля:

$$m_{уг} = N \cdot T / q_{уг} = N_{об} \cdot T / q_{уг} \cdot \eta = (75 \cdot 2,5 \cdot 60 \cdot 60) / (3,4 \cdot 10^7 \cdot 0,4) = 0,05 \text{ кг} = 50 \text{ г.}$$

Критерии оценивания

1	Понимание того, какие процессы происходят (Нагревание дождевых капель, сжигание угля)	2 балла
2	Правильно найдено количество теплоты от 1 капли	3 балла
3	Найдено соотношение полезной мощности к совершаемой	2 балла
4	Найдена масса угля	3 балла
Максимальное количество баллов		10 баллов

3. Деревянная доска массой $m=10\text{кг}$ и длиной $L=1\text{ метр}$ находится на двух подставках на гладком столе. Первоначально подставки расположены так, что упираются в края доски (см. рис.) Подставка №1 жестко соединена с



поверхностью стола и шарнирно с балкой, опора №2 может двигаться относительно балки. Коэффициент трения между балкой и опорой №2 $\mu=0,2$. Подставку №2 начинают плавно перемещать влево до середины доски. С какой силой действовала доска на опору №2 первоначально? С какой силой будет действовать доска на опору №2 после перемещения опоры? Какую работу пришлось совершить по перемещению опоры №2?

Возможное решение

1. В виду симметрии в задаче можно утверждать, что первоначально на опору №2 приходилась половина веса доски, т.е. сила, с которой действовала доска на опору №2, равна $m \cdot g / 2 = 50 \text{Н}$.

2. При перемещении опоры №2 до середины доски, опора будет находиться под центром масс доски и в этом случае весь вес приходится только на опору №2. Таким образом, после перемещения опоры, сила, действующая со стороны доски на опору, составит $mg = 100 \text{Н}$.

3. Поскольку сила трения, действующая на опору №2, линейно меняется от значения $\mu mg / 2$ до μmg и, пользуясь тем, площадь под графиком силы трения от перемещения, есть искомая в задаче работа, можно получить $A = \frac{(\mu mg + \mu mg / 2)}{2} \cdot \frac{L}{2} = \frac{30}{4} = 7.5 \text{Дж}$

Критерии оценивания

1	Приведено корректное обоснование ответа на первый вопрос о том, что сила составит $m \cdot g / 2 = 50 \text{Н}$	3 балла
2	Приведено корректное обоснование ответа на второй вопрос о том, что сила составит $m \cdot g = 100 \text{Н}$	3 балла
3	В работе указано, что сила трения между бруском и опорой меняется	1 балл
4	Учитывается прямо или косвенно характер линейной зависимости	1 балл
5	Приведен график зависимости силы трения от перемещения или указано на иной способ расчета работы	1 балл
6	Получено правильное числовое значение работы в 7,5 Дж	1 балл
<i>Максимальное количество баллов</i>		10 баллов

4. Определите плотность монеты, находящегося в одном из двух кусков пластилина, если известно, что массы пластилина в обоих кусках одинаковы. Извлекать монету из пластилина не разрешается.

Оборудование: весы с разновесами, стакан с водой, штатив, два одинаковых по массе куска пластилина, монета достоинством 1 копейка, введенная внутрь одного из кусков пластилина.

Возможное решение и критерии

1	Пользуясь весами с разновесами, определить массу куска пластилина с металлом ($m_{\text{пл}} + m_{\text{м}}$),	1 балл
	массу чистого пластилина $m_{\text{пл}}$	1 балл
	и по их разности — массу металла $m_{\text{м}}$,	2 балла
2	Используя стакан с водой и шприц, определить объемы кусков ($V_{\text{пл}} + V_{\text{м}}$) и $V_{\text{пл}}$	2 балла
	и по их разности объём монеты $V_{\text{м}}$	2 балла
3	Рассчитать плотность металла $\rho_{\text{м}} = m_{\text{м}} / V_{\text{м}}$.	2 балла