

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
2020-2021 учебный год
ФИЗИКА 9 класс
Критерии оценивания**

Задача 1

С края плоской крыши дома без начальной скорости падает сосулька. На высоте $h = 15$ м над землёй мгновенная скорость сосульки была равна её средней скорости за всё время падения. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Ускорение свободного падения считайте равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- 1) Определите высоту дома. Ответ выразите в метрах и округлите до целого числа.
- 2) Найдите всё время движения сосульки от крыши до земли. Ответ выразите в секундах и округлите до целого числа.

Возможное решение

При равноускоренном движении средняя скорость за всё время движения равна мгновенной скорости на «середине» временного интервала движения. Значит, от края крыши до высоты h и с высоты h до земли сосулька движется одинаковое время. Так как это равноускоренное движение без начальной скорости, следовательно, за равные промежутки времени сосулька проходит расстояния, кратные нечётным числам ($S_1 : S_2 : S_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$).

Тогда расстояние, которое пролетела сосулька с крыши до высоты h , равно $h/3 = 5$ м. Высота дома равна $H = (4/3)h = 20$ метров. Время падения сосульки от края крыши до земли равно:

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2 \text{ с.}$$

Ответ: 1) 20 м (7 баллов); 2) 2 с (3 балла).

Критерии оценивания

Полное верное решение	10 баллов
Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение	9 баллов
Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).....	6-8 баллов
Найдено решение одного из двух возможных случаев.....	5 баллов
Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате чего полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.....	3-4 балла
Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).....	2 балла
Решение неверное или отсутствует.....	0 баллов

Задача 2

Электрический нагреватель находится внутри бака с водой. Общая масса воды и бака равна 30 кг. При включении на время $\tau_1 = 30$ минут нагревателя мощностью 1 кВт температура воды в идеально теплоизолированном баке поднялась от 17°C до 37°C . Тепловую изоляцию сняли, а мощность нагревателя уменьшили до 0,9 кВт, из-за чего температура воды в баке за время $\tau_2 = 20$ минут выросла от 37°C до 47°C .

- 1) Найдите удельную теплоёмкость системы (теплоизолированного бака с водой). Ответ выразите в Дж/(кг $^\circ\text{C}$) и округлите до целого числа.
- 2) Какое количество теплоты было потеряно через стенки бака за время τ_2 ? Ответ выразите в кДж и округлите до целого числа.
- 3) Чему равен КПД устройства после снятия тепловой изоляции? Ответ выразите в процентах и округлите до целого числа.

Возможное решение

Поступившее от нагревателя количество теплоты при идеальной теплоизоляции идёт на повышение температуры бака и воды. Связь повышения температуры и полученного количества теплоты можно установить через теплоёмкость системы.

При удельной теплоёмкости C бака с водой (общей массой m) уравнение теплового баланса в первом случае даёт:

$$N_1\tau_1 = Cm(t_1 - t_0) \Rightarrow C = \frac{N_1\tau_1}{m(t_1 - t_0)} = 3000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Во втором случае часть количества теплоты, выделенной нагревателем, идёт на повышение температуры системы, а часть теряется через стенки бака:

$$N_2\tau_2 = Cm(t_2 - t_1) + Q \Rightarrow Q = 180 \text{ кДж.}$$

КПД устройства равен $\eta = Cm(t_2 - t_1)/(N_2\tau_2) \approx 0,83$, то есть 83%.

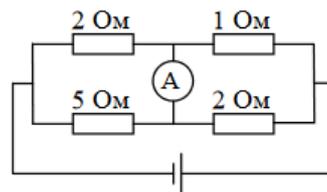
Ответ: 1) $3000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ (4 балла); 2) 180 кДж (3 балла); 3) 83% (3 балла).

Критерии оценивания

Полное верное решение	10 баллов
Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение	9 баллов
Решение в целом верное, однако содержит существенные ошибки (не физические, а математические).....	6-8 баллов
Найдено решение одного из двух возможных случаев.....	5 баллов
Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате чего полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.....	3-4 балла
Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).....	2 балла
Решение неверное или отсутствует.....	0 баллов

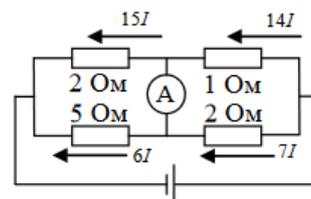
Задача 3

Найдите показания идеального амперметра в цепи, схема которой показана на рисунке, если напряжение на батарее $U = 44 \text{ В}$. Значения сопротивлений резисторов указаны на рисунке.



Возможное решение

Сопротивление идеального амперметра равно нулю, поэтому можно считать, что резисторы включены попарно параллельно. Это позволяет изобразить токи в схеме, с учётом симметрии и закона Ома, обратно пропорционально сопротивлениям параллельных ветвей. Для удобства (это делать не обязательно) можно подобрать общий ток кратным суммам сопротивлений параллельных резисторов (7 и 3), чтобы коэффициенты при токах получились целочисленными.



С учётом закона сохранения заряда для узлов ток, текущий через амперметр, равен I . Напряжение на всей схеме $U = 30IR + 14IR = 44IR$, где $R = 1 \text{ Ом}$.

$$\text{Тогда } I = \frac{U}{44R} = 1 \text{ А.}$$

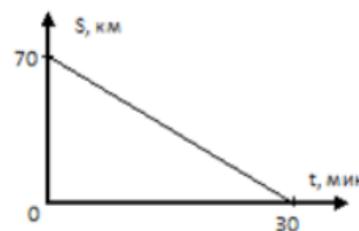
Активация W

Критерии оценивания:

1. Эквивалентная замена амперметра перемычкой.....1 балл
2. Расчёт общего сопротивления схемы попарно параллельных резисторов.....2 балла
3. Нахождение общего тока.....1 балл
4. Нахождение токов через отдельные резисторы.....4 балла
5. Нахождение тока через амперметр.....2 балла

Задача 4

Деревня находится на расстоянии $L = 70 \text{ км}$ от города. Населенные пункты соединяет прямолинейный участок шоссе. Одновременно из города и деревни навстречу начинают движение легковой автомобиль и автобус. Скорость автомобиля равна $v = 90 \text{ км/ч}$. На рисунке представлен график, на котором показано, как изменялось расстояние между ними с момента выезда до момента встречи. Найдите скорость автобуса. Какое время потребовалось автобусу на путь от места встречи до города? Считать, что автобус и автомобиль движутся с постоянными скоростями во время всего движения.



Возможное решение:

Из графика следует, что скорость сближения автомобиля и автобуса 140 км/ч . Следовательно, скорость автобуса равна $140 \text{ км/ч} - 90 \text{ км/ч} = 50 \text{ км/ч}$. Расстояние от места встречи до города равно произведению скорости автомобиля на время движения до встречи, или 45 км . Тогда, оставшееся время движения автобуса до города равно отношению расстояния к скорости автобуса: $45 \text{ км} / 50 \text{ км/ч} = 0,9 \text{ ч} = 54 \text{ мин}$.

Критерии оценивания:

1. Из графика найдена скорость сближения.....2 балла
2. Определена скорость автобуса.....3 балла
3. Найдено расстояние от места встречи до города.....3 балла
4. Найдено оставшееся время движения автобуса.....2 балла