



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ 2019–2020 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
9 класс

Решения и критерии оценивания

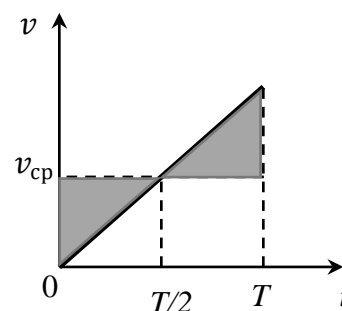
Задача 1

С крыши дома падает сосулька. Известно, что за 1,2 секунды до удара о землю модуль мгновенной скорости сосульки был равен модулю её средней скорости за всё время падения. Определите высоту дома. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Возможное решение

Из графика зависимости модуля скорости v от времени t для равноускоренного движения сосульки видно, что модуль средней скорости за промежуток времени T равен модулю мгновенной скорости в момент времени $T/2$ (так как площади закрашенных треугольников одинаковы). Значит, время движения сосульки равно $T = 2,4 \text{ с}$.

Поэтому высота дома равна $H = \frac{gT^2}{2} = 28,8 \text{ м}$.



Критерии оценивания

Модуль средней скорости за промежуток времени T равен модулю мгновенной скорости в момент времени $T/2$

(или записано выражение $g(t - 1,2) = gt/2$) **5 баллов**

Время движения сосульки равно $t = 2,4 \text{ с}$ **3 балла**

$H = \frac{gT^2}{2}$ **1 балл**

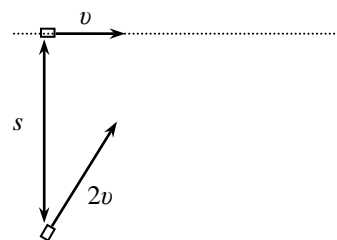
$H = 28,8 \text{ м}$ **1 балл**

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 2

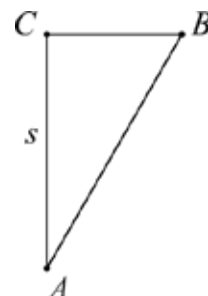
По прямому участку шоссе шла Саша со скоростью $v = 5$ км/ч и сосала сушку. Петя, катавшийся по ровному полю на велосипеде, дождался, когда Саша окажется от него на минимальном расстоянии $s = 300$ м, и пустился в погоню. Через какое минимальное время Петя, двигаясь со скоростью $2v$, сможет догнать Сашу?



Возможное решение

Для того чтобы догнать Сашу как можно быстрее, Петя должен двигаться по прямой.

Поскольку скорость Пети в 2 раза больше скорости Саши, то пройденное им расстояние (длина отрезка AB) тоже будет в 2 раза больше, чем расстояние, пройденное Сашей (длина отрезка BC). Пусть $BC = x$, $AB = 2x$. Тогда по теореме Пифагора:



$$4x^2 = x^2 + s^2 \Rightarrow x = \frac{s}{\sqrt{3}} \approx 173 \text{ м.}$$

Саша, двигаясь со скоростью $v = 5$ км/ч $\approx 1,39$ м/с, пройдёт расстояние x за время $t \approx 124$ с. За это же время Петя догонит Сашу.

Критерии оценивания

Указано, что Петя должен двигаться по прямой, **3 балла**

Указано, что расстояние, которое проедет Петя, в 2 раза больше расстояния, которое пройдёт Саша, **2 балла**

Найдено расстояние, которое пройдёт Саша (или Петя), **3 балла**

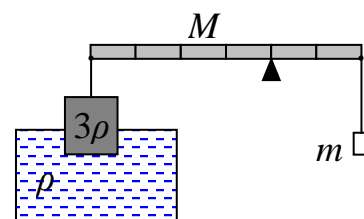
Найдено время погони **2 балла**

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 3

К однородному рычагу, имеющему массу $M = 1$ кг, с одной стороны подвесили груз некоторой массы m , а с другой – кубик с длиной ребра $a = 10$ см, частично погружённый в жидкость с плотностью $\rho = 1200$ кг/м³. Плотность кубика в три раза больше плотности жидкости. Точка опоры делит рычаг в отношении 2 : 1 (см. рис.). При каких массах m груза возможно равновесие этой системы?



Возможное решение

Рассмотрим предельные случаи. При малой массе груза m_1 кубик полностью тонет, а при большой массе груза m_2 кубик целиком оказывается в воздухе. Запишем правила моментов относительно точки опоры рычага для этих двух случаев:

$$1) \quad Mgl + (3r - r)a^3g \times 4l = m_1g \times 2l;$$

$$2) \quad Mgl + 3ra^3g \times 4l = m_2g \times 2l, \text{ здесь } l - \text{длина одного деления рычага.}$$

Выражая отсюда массы, получим:

$$m_1 = \frac{M}{2} + 4ra^3 = 5,3 \text{ кг}, \quad m_2 = \frac{M}{2} + 6ra^3 = 7,7 \text{ кг. Равновесие системы возможно для груза, имеющего массу, лежащую в диапазоне } 5,3 \text{ кг} \leq m \leq 7,7 \text{ кг.}$$

Критерии оценивания

$$Mgl + (3r - r)a^3g \times 4l = m_1g \times 2l \dots\dots\dots 3 \text{ балла}$$

$$Mgl + 3ra^3g \times 4l = m_2g \times 2l \dots\dots\dots 3 \text{ балла}$$

$$m_1 = 5,3 \text{ кг} \dots\dots\dots 1,5 \text{ балла}$$

$$m_2 = 7,7 \text{ кг} \dots\dots\dots 1,5 \text{ балла}$$

$$\text{Указан диапазон значений } m \dots\dots\dots 1 \text{ балл}$$

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 4

В стакан с водой, взятый при температуре $t_0 = 20^\circ\text{C}$, помещают тело A , нагретое до температуры $t = 80^\circ\text{C}$. В результате теплообмена в стакане устанавливается температура $t_A = 40^\circ\text{C}$. Если бы вместо тела A в стакан поместили тело B , нагретое до той же температуры t , то в нём установилась бы температура $t_B = 30^\circ\text{C}$. Какая температура будет у содержимого стакана, если в него поместить сразу оба тела A и B , нагретые до температуры t ? Удельной теплоёмкостью стакана можно пренебречь. Вода из стакана при помещении в него тел не выливается.

Возможное решение

Пусть C_A, C_B, C – удельные теплоёмкости тел A, B и воды в стакане соответственно, а m_A, m_B, m – массы этих тел.

Запишем уравнение теплового баланса при погружении в воду тела A :

$$C_A m_A (t - t_A) = C m (t_A - t_0) \Rightarrow 2C_A m_A = C m.$$

Уравнение теплового баланса при погружении в воду тела B :

$$C_B m_B (t - t_B) = C m (t_B - t_0) \Rightarrow 5C_B m_B = C m.$$

Уравнение теплового баланса при погружении в воду одновременно тел A и B :

$$C_A m_A (t - t_{AB}) + C_B m_B (t - t_{AB}) + C m (t_0 - t_{AB}) = 0 \Rightarrow t_{AB} = \frac{7t + 10t_0}{17} \approx 44,7^\circ\text{C}.$$

Критерии оценивания

$C_A m_A (t - t_A) = C m (t_A - t_0)$ – найдено соотношение между теплоёмкостью воды и тела A **2 балла**

$C_B m_B (t - t_B) = C m (t_B - t_0)$ – найдено соотношение между теплоёмкостью воды и тела B **2 балла**

$C_A m_A (t - t_{AB}) + C_B m_B (t - t_{AB}) + C m (t_0 - t_{AB}) = 0$ **4 балла**

$t_{AB} \approx 44,7^\circ\text{C}$ **2 балла**

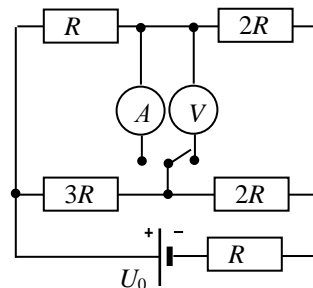
Примечание. Допустимо, если в ходе решения разности температур вычисляются и сразу подставляются в выражения в виде чисел, а вместо удельных теплоёмкостей в формулах используются теплоёмкости тел.

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 5

В цепи, схема которой приведена на рисунке, в зависимости от положения переключателя либо амперметр показывает ток силой $I = 0,12$ А, либо вольтметр показывает напряжение $U = 12$ В. Определите напряжение источника U_0 и сопротивление резистора R . Источник и измерительные приборы идеальные.



Возможное решение

Если ключ замкнут на амперметр, то общее сопротивление цепи равно

$$R_1 = \frac{3}{4}R + R + R = \frac{11}{4}R.$$

Сила тока, текущего через источник, в этом случае равна $\frac{4U_0}{11R}$.

Через резисторы с сопротивлениями $2R$ текут одинаковые токи силой $\frac{2U_0}{11R}$, через левое верхнее сопротивление R – ток силой $\frac{3U_0}{11R}$, а через сопротивление $3R$ – ток силой $\frac{U_0}{11R}$. Значит, показание амперметра равно

$$I = \frac{3U_0}{11R} - \frac{2U_0}{11R} = \frac{U_0}{11R}.$$

Если ключ замкнут на вольтметр, то общее сопротивление цепи равно

$$R_2 = \frac{15}{8}R + R = \frac{23}{8}R.$$

Сила тока, текущего через источник, в этом случае равна $\frac{8U_0}{23R}$.

Через резисторы с сопротивлениями R и $2R$ течёт ток силой $\frac{5U_0}{23R}$, а через сопротивления $3R$ и $2R$ – ток силой $\frac{3U_0}{23R}$.

Показание вольтметра при этом равно

$$U = 3R \cdot \frac{3U_0}{23R} - R \cdot \frac{5U_0}{23R} = \frac{4}{23} U_0.$$

Окончательно получаем:

$$U_0 = \frac{23}{4} U = 69 \text{ В}, \quad R = \frac{U_0}{11I} = \frac{23U}{44I} \approx 52,3 \text{ Ом}.$$

Критерии оценивания

Составлена эквивалентная схема с амперметром..... **1 балл**

Выражено через R общее сопротивление цепи..... **2 балла**

Ток, текущий через амперметр,
выражен через напряжение источника и сопротивление R **2 балла**

Составлена эквивалентная схема с вольтметром..... **1 балл**

Найдено напряжение на вольтметре..... **2 балла**

Определено напряжение источника U_0 **1 балл**

Определено сопротивление R **1 балл**

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

*Максимум за задачу – **10 баллов**.*

Всего за работу – 50 баллов.
