



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2017/18 ГГ.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
11 КЛАСС

Возможные решения задач (11 класс)

Задача 1. (10 баллов)

Возможное решение.

Способ 1.

Общий путь, пройденный частицей за 4 секунды, можно найти как сумму путей, пройденных за первую, вторую, третью и четвертую секунды. Как видно из графиков проекций скорости, в течение первой секунды частица движется только по оси X, причем равноускоренно. Поэтому путь S_1 , пройденный за первую секунду, равен

$$S_1 = V_{xcp} \cdot 1 м / с = \frac{1}{2} V_{xmax} \cdot 1 м / с = 0,5 м \quad (V_{xmax} = 1 м / с). \quad (2 \text{ балла})$$

В течение второй секунды частица движется равномерно со скоростью V_2 , равной $V_2 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{2} м / с$. Путь S_2 , пройденный за вторую секунду, равен

$$S_2 = \sqrt{2} м / с \cdot 1 с = \sqrt{2} м. \quad (2 \text{ балла})$$

Путь, пройденный за третью секунду, когда частица движется только вдоль оси Y, равен $S_3 = 1 м / с \cdot 1 с = 1 м. \quad (2 \text{ балла})$

За четвертую секунду частица проходит путь $S_4 = 1 м / с \cdot 1 с = 1 м. \quad (2 \text{ балла})$

Общий путь равен $S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \approx 3,9 м. \quad (2 \text{ балла})$

Способ 2.

Можно построить график зависимости модуля скорости $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ от времени **(6 баллов)**.

Путь, пройденный за 4 с, находится как площадь под этим графиком **(4 балла)**.

Задача 2. (10 баллов)

Возможное решение.

Если кольцо не скользит по нити, то оно должно двигаться вместе с нитью с ускорением a , равным ускорению груза. **(1 балл)**

На нить со стороны кольца действует сила, по модулю равная силе трения покоя, действующей со стороны нити на кольцо. Поскольку нить идеальная (невесомая) и блок невесомый, то на нить со стороны груза действует такая же по модулю сила. Поэтому на груз со стороны нити действует сила, тоже равная силе трения кольца о нить. **(2 балла)**

Укажем силы, действующие на тела системы (см. рис.) **(2 балла):**

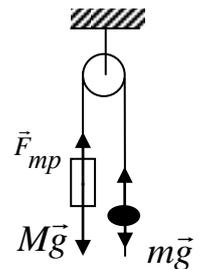
Тогда уравнения движения груза $Ma = F_{тр} - Mg$ (1) **(1 балл)**

и кольца $ma = mg - F_{тр}$ (2) **(1 балл)**

Верхний предел массы груза находится из условия, что

$$F_{тр} = F_{трmax} = 0,8mg. \quad (1 \text{ балл})$$

Решение системы уравнений (1)-(2) дает $M_{max} = 2m/3$. **(2 балла)**



Задача 3. (10 баллов)

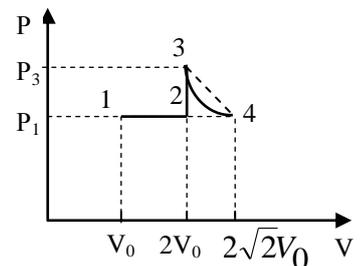
Возможное решение.

Изобразим процесс на плоскости P, V (см. рис.) **(4 балла)**

Работа газа на участке 1-2 (изобара) равна $A_{12} = P_1 V_0$ **(1 балл)**,

а на участке 2-3 (изохора) равна нулю **(1 балл)**.

Работу на изотермическом участке 3-4 оценим сверху как площадь трапеции (площадь под отрезком жирной штриховой прямой):





ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2017/18 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
11 КЛАСС

$$A_{34} < (P_1 + P_3)(2^{\frac{1}{2}} - 1)V_0. \text{ (2 балла)}$$

Из уравнения Менделеева-Клапейрона для состояний 3 и 4 находим, что $P_3 = 2^{\frac{1}{2}} P_1$.

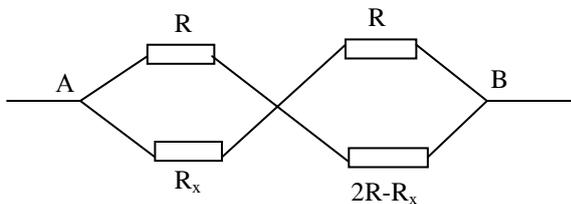
В итоге получаем $A_{34} < P_1 V_0$. (1 балл)

Таким образом, работа газа максимальна на участке 1-2. (1 балл)

Задача 4. (10 баллов)

Возможное решение.

Обозначим сопротивление части проволоки слева от скользящего контакта R_x . Тогда сопротивление оставшейся части проволоки – справа от скользящего контакта – будет равно $2R - R_x$. Эквивалентная схема цепи будет выглядеть так (2 балла):



Общее сопротивление R_{AB} найдется по формуле:

$$R_{AB} = \frac{R \cdot R_x}{R + R_x} + \frac{R(2R - R_x)}{3R - R_x}$$

(2 балла)

Найдем R_x , соответствующее экстремуму R_{AB} , из

условия $\frac{dR_{AB}}{dR_x} = 0$.

$$\frac{dR_{AB}}{dR_x} = \frac{8R(R - R_x)}{(R + R_x)^2 (3R - R_x)^2} = 0. \quad \text{(2 балла)}$$

Отсюда $R_x = R$ и $R_{AB} = R$. (1 балл)

Можно показать, что это максимальное значение сопротивления (1 балл).

Минимальные значения сопротивления достигаются при $R_x = 0$ и $R_x = 2R$. $R_{AB \min} = 2R/3$ (2 балла).

Задача 5. (10 баллов)

Возможное решение.

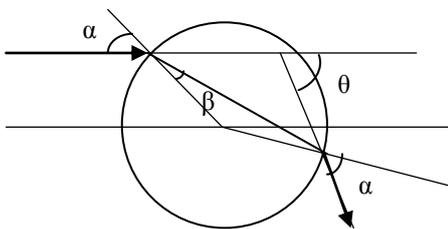


Рисунок к задаче (3 балла):

Угол поворота луча шаром определяется формулой $\theta = 2(\alpha - \beta)$ (2 балла).

Угол падения луча на шар α находится из условия задачи:

$$\sin \alpha = \frac{d}{R} = 0,5 \quad \text{(2 балла)}, \quad \alpha = \pi/6,$$

угол преломления находится по формуле $\beta = \alpha - \theta/2 = 19^\circ 28'$ (2

балла).

Из закона преломления следует, что $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 1,5$ (1 балл).