

РЕШЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

10 класс

Вариант №1

Задача №1

Решение.

Пусть длина поезда (и длина туннеля) равны l , время нахождения в туннеле мухи на лобовом стекле - t . Тогда поскольку первая муха, находясь внутри туннеля, проехала расстояние l , имеем

$$l = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (3 \text{ балла})$$

Последняя муха двигалась до туннеля время t (пока в нем была первая муха), внутри туннеля время $t/2$, и, следовательно, за время $3t/2$ проехала расстояние $2l$ (как и весь поезд). Поэтому

$$2l = \frac{3v_0 t}{2} + \frac{9at^2}{8} \quad (5 \text{ баллов})$$

Из этой системы уравнений находим время t и ускорение поезда

$$t = \frac{l}{3v_0} \quad (2 \text{ балла})$$

$$a = \frac{12v_0^2}{l} \quad (2 \text{ балла})$$

Поэтому скорость поезда в момент его полного выезда из туннеля (т.е. через $3t/2$ после въезда в туннель первого вагона) равна

$$v = v_0 + \frac{12v_0^2}{l} \cdot \frac{3}{2} \frac{l}{3v_0} = 7v_0 \quad (2 \text{ балла})$$

Получен окончательный ответ 70 км/ч (1 балл)

Задача №2

Решение.

Газ получает тепло в процессах 1-2 и 3-4, а в процессе 2-3 газ отдает тепло (2 балла)

Т.к. процессы 1-2 и 3-4 изохорные, то работа газа в этом случае равна нулю (2 балла)

Получаем:

$$Q_{\text{получаемое}} = Q_{1-2} + Q_{3-4} = \Delta U_{1-2} + \Delta U_{3-4} = 2 \cdot \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad (4 \text{ балла})$$

Окончательный ответ: **9972 Дж** (2 балла)

Задача №3

Решение.

В первом случае:

$$F_1 = ktg \cos \alpha - mg \sin \alpha \quad (4 \text{ балла})$$

Во втором:

$$F_2 = ktg \cos \alpha + mg \sin \alpha \quad (4 \text{ балла})$$

В третьем случае получим:

$$F_3 = \sqrt{(ktg \cos \alpha)^2 - (mg \sin \alpha)^2} \quad (5 \text{ баллов})$$

Если из первых двух уравнений выразить

$$ktg \cos \alpha = \frac{F_2 + F_1}{2} \quad (2 \text{ балла})$$

$$mg \sin \alpha = \frac{F_2 - F_1}{2}, \quad (2 \text{ балла})$$

то в результате получаем:

$$F_3 = \sqrt{F_1 F_2} \quad (3 \text{ балла})$$

Задача №4

Решение.

С помощью закона Ома для полной цепи и графика, получаем систему уравнений:

$$5 = \frac{\varepsilon}{0+r} \quad (4 \text{ балла})$$

$$1 = \frac{\varepsilon}{8+r} \quad (4 \text{ балла})$$

Решая её, получаем значения ЭДС и внутреннего сопротивления источника:

$$\varepsilon = 10 \text{ В и } r = 2 \text{ Ом.} \quad (2 \text{ балла})$$

Сила тока при сопротивлении в 3 Ом:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{10}{3+2} = 2 \text{ А} \quad (5 \text{ баллов})$$

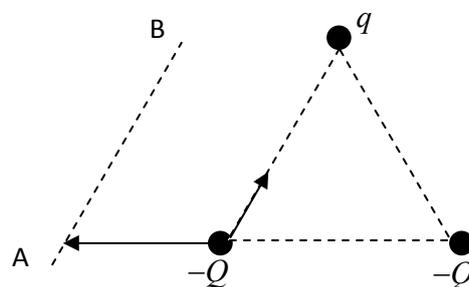
Следовательно, падение напряжения в источнике:

$$U = Ir = 2 \cdot 2 = 4 \text{ В} \quad (5 \text{ балла})$$

Задача №5

Решение.

На каждый из зарядов $-Q$ действует сила со стороны заряда q (притяжение) и со стороны второго заряда $-Q$ (отталкивание). Эти силы показаны на рисунке (2 балла).



Вектор результирующей силы – сумма этих векторов. При изменении заряда q (но неизменных зарядах $-Q$) результирующая кулоновская сила будет меняться, но конец вектор результирующей силы будет лежать на прямой АВ (4 балла).

Поэтому эта сила будет минимальна по величине тогда, когда вектор результирующей силы перпендикулярен прямой АВ. Угол между этой прямой и основанием треугольника равен 60° . В результате получаем, что в случае минимальной результирующей силы сила, действующая между зарядами q и $-Q$ вдвое меньше силы, действующей между зарядами $-Q$ и $-Q$ (4 балла).

Поэтому:

$$k \frac{Qq}{a^2} = 2k \frac{Qq}{a^2}. \text{ Откуда получаем, что: } q = \frac{Q}{2} \quad (5 \text{ баллов})$$

Очевидно, значение минимальной силы определяется соотношением:

$$F_{\min} = \frac{kQ^2 \cos 30^\circ}{a^2} = \frac{\sqrt{3}kQ^2}{2a^2} \quad (5 \text{ баллов})$$

Задача №6

Решение.

Теплота, отдаваемая паром при установлении теплового равновесия:

$$Q_1 = rm + c_2 m 20 \quad (3 \text{ балла})$$

Теплота, получаемая водой:

$$Q_2 = c_2 m_{\text{в}} 80, \text{ где } m_{\text{в}} = \rho V = 10 \text{ кг} - \text{масса 10 литров воды} \quad (2 \text{ балла})$$

Теплота, получаемая льдом:

$$Q_3 = c_1 m_{\text{л}} 10 + \lambda m_{\text{л}} + c_2 m_{\text{л}} 80 \quad (3 \text{ балла})$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$
$$rm + c_2 m 20 = c_2 m_{\text{в}} 80 + c_1 m_{\text{л}} 10 + \lambda m_{\text{л}} + c_2 m_{\text{л}} 80 \quad (3 \text{ балла})$$

Решая это уравнение, находим массу пара: $m = 2 \text{ кг}$ (3 балла)

И окончательно:

$$m + m_{\text{в}} + m_{\text{л}} = 2 + 10 + 2 = \mathbf{14 \text{ кг}} \quad (1 \text{ балл})$$

РЕШЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

10 класс Вариант №2

Задача №1

Решение:

Пусть длина поезда равна l , а длина туннеля $2l$, время нахождения в туннеле мухи на лобовом стекле - t . Тогда поскольку первая муха, находясь внутри туннеля, проехала расстояние $2l$, имеем

$$2l = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (3 \text{ балла})$$

Последняя муха двигалась до туннеля время t (пока в нем была первая муха), внутри туннеля время $t/2$, и, следовательно, за время $3t/2$ проехала расстояние $2l$ (как и весь поезд). Поэтому

$$2l = \frac{3v_0 t}{2} + \frac{9at^2}{8} \quad (5 \text{ баллов})$$

Из этой системы уравнений находим время t и ускорение поезда

$$t = \frac{l}{3v_0} \quad (2 \text{ балла})$$

$$a = \frac{12v_0^2}{l} \quad (2 \text{ балла})$$

Поэтому скорость поезда в момент его полного выезда из туннеля (т.е. через $3t/2$ после въезда в туннель первого вагона) равна

$$v = v_0 + \frac{12v_0^2}{l} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{l}{3v_0} = 7v_0 \quad (2 \text{ балла})$$

Получен окончательный ответ **8 км/ч** (1 балл)

Задача №2

Решение.

Изменение внутренней энергии газа в процессе 3-1:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2) \quad (6 \text{ баллов})$$

В результате, получаем:

$$\Delta U = -\frac{3}{2} 5p_1 V_1 \quad (2 \text{ балла})$$

Окончательный результат: $\Delta U = -15000 \text{ Дж}$ (2 балла)

Задача №3

Решение.

В первом случае:

$$F_1 = kmg \cos \alpha - mg \sin \alpha \quad (4 \text{ балла})$$

Во втором:

$$F_2 = kmg \cos \alpha + mg \sin \alpha \quad (4 \text{ балла})$$

В третьем случае получим:

$$F_3 = \sqrt{(kmg \cos \alpha)^2 - (mg \sin \alpha)^2} \quad (5 \text{ баллов})$$

Если из первых двух уравнений выразить

$$kmg \cos \alpha = \frac{F_2 + F_1}{2} \quad (2 \text{ балл})$$

$$mg \sin \alpha = \frac{F_2 - F_1}{2}, \quad (2 \text{ балл})$$

то в результате получаем:

$$F_2 = \frac{F_3^2}{F_1} \quad (3 \text{ балла})$$

Задача №4

Решение.

Напряжение в источнике:

$U = Ir$, следовательно в точке С, соответствующей короткому замыканию, напряжение равно ЭДС, т.е.:

$$\varepsilon = 2\text{В} \quad (6 \text{ баллов})$$

Внутреннее сопротивление источника:

$$r = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ Ом} \quad (4 \text{ балла})$$

Закон Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}. \quad (2 \text{ балла})$$

Получаем: $2 = \frac{2}{R+0,4}$. Откуда внешнее сопротивление равно 0,6 Ом. (4 балла)

Следовательно, напряжение на зажимах источника тока:

$$U = IR = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ В} \quad (4 \text{ балла})$$

Задача №5

Решение.

На заряд $-Q$ действует сила со стороны заряда $-q$ (отталкивание) и со стороны второго заряда $+Q$ (притяжение). Эти силы показаны на рисунке (2 балла).

Вектор результирующей силы – сумма этих векторов. При изменении заряда $-q$ (но неизменных зарядах Q) результирующая кулоновская сила будет меняться, но конец вектор результирующей силы будет лежать на прямой АВ (4 балла).

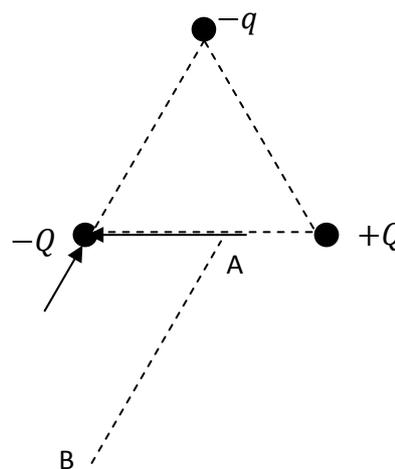
Поэтому эта сила будет минимальна по величине тогда, когда вектор результирующей силы перпендикулярен прямой АВ. Угол между этой прямой и основанием треугольника равен 60° . В результате получаем, что в случае минимальной результирующей силы сила, действующая между зарядами $-q$ и $-Q$ вдвое меньше силы, действующей между зарядами $-Q$ и $+Q$ (4 балла).

Поэтому:

$$k \frac{Qq}{a^2} = 2k \frac{Qq}{a^2}. \text{ Откуда получаем, что: } q = \frac{Q}{2} \quad (5 \text{ баллов})$$

Очевидно, значение минимальной силы определяется соотношением:

$$F_{\min} = \frac{kQ^2 \cos 30^\circ}{a^2} = \frac{\sqrt{3}kQ^2}{2a^2} \quad (5 \text{ баллов})$$



Задача №6

Решение:

При остывании 2 л воды до 0°C выделяется теплота:

$$Q_1 = c_2 m_в 5 = 4190 \cdot 2 \cdot 5 = 41900 \text{ Дж} \quad (2 \text{ балла})$$

На нагрев 0,5 кг льда до 0°C необходимо:

$$Q_2 = c_1 m_л 4 = 2100 \cdot 0,5 \cdot 4 = 4200 \text{ Дж} \quad (2 \text{ балла})$$

Чтобы полностью расплавить лед необходимо:

$$Q_3 = \lambda m_л = 335000 \cdot 0,5 = 167500 \text{ Дж} \quad (2 \text{ балла})$$

Получается, что лед не сумеет расплавиться полностью. Конечная температура в калориметре равна 0°C . (2 балла)

На плавление льда пойдет только $Q_1 - Q_2 = 41900 - 4200 = 37700$ Дж тепла. И в результате расплавится $m = \frac{Q_1 - Q_2}{\lambda} = \frac{37700}{335000} = 0,11$ кг льда. (5 баллов)

В результате в калориметре будет **2,11 кг воды** (2 балла)