

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ,
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

✓

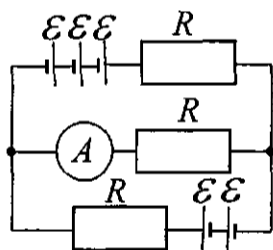
**Олимпиада школьников
«Звезда – Таланты на службе обороны и безопасности» по физике
2014/2015уч.г.
11 класс**

Вариант №1.

Задание 1 (20 баллов): На вертикальном ветровом стекле автомобиля, едущего со скоростью u , давлением встречного ветра удерживается газета масса которой m . При каком минимальном коэффициенте трения k газеты о стекло это возможно? Плотность воздуха ρ , площадь газеты S , скорость ветра v ? Трением воздуха о газету пренебречь.

Задание 2 (15 баллов): Идеальная тепловая машина Карно, цикл которой совершается в обратном направлении (холодильная машина), использует воду при 0°C в качестве холодильника и воду при 100°C в качестве нагревателя. Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 500 г воды в нагревателе? Удельная теплота парообразования $r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$, удельная теплота плавления $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.

Задание 3 (15 баллов): В электрической цепи каждое э.д.с. равно $\varepsilon = 1,5 \text{ В}$, $R = 10 \text{ Ом}$. Что показывает амперметр? Источники питания и амперметр считать идеальными.



Задание 4 (25 баллов): Тонкой сферической оболочке радиусом $R_1 = 5 \text{ см}$ и массой $m = 0,015 \text{ г}$ сообщают заряд до тех пор, пока при достижении потенциала $\varphi = 10 \text{ кВ}$ оболочка не разлетится на мелкие осколки вследствие электростатического отталкивания ее частей. Найти скорость осколков к моменту, когда они окажутся на сферической поверхности радиусом $R_2 = 12 \text{ см}$.

Задание 5 (25 баллов): Выпуклая сторона плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны $R_1 = 60 \text{ см}$ посеребрена, в результате чего получилось своеобразное вогнутое зеркало. Перед этим зеркалом на расстоянии $d = 25 \text{ см}$ от него помещен предмет. Найти расстояние от зеркала до изображения и увеличение, если показатель преломления вещества $n = 1,5$.

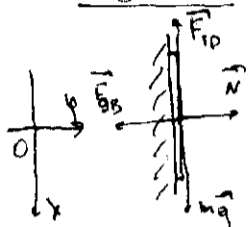


Олимпиада школьников
Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности

Шифр 61-01-11-6

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	20	12	15	12				59

Задание 1



1. В СО, связанной с автомобилем, скорость ветра $V_B = V + U$.

Пусть средняя масса частицы воздуха - m_0 . Частицы воздуха испытывают упругие удары о поверхность газет, соблюдая закон изменения импульса: $\frac{\Delta P}{\Delta t} = F$; где $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ - скорость изменения импульса системы частиц воздуха. Для одной частицы: $\Delta p = 2m_0 v$. Очевидно, что $\Delta P \sim \Delta p$; $\Delta P \sim \Delta t$; $\Delta P \sim n$; $\Delta p \sim V_B$; $\Delta P \sim S$ т.е. изменение

импульса системы пропорционально количеству частиц, их скорости и площади соударения.

Таким образом $\Delta P = \Delta p V_B n \Delta t \cdot S$. Отсюда имеем: $\frac{\Delta P}{\Delta t} = 2m_0 V_B^2 n S$. т.е. $m_0 \cdot n = \rho$

$\Rightarrow \frac{\Delta P}{\Delta t} = 2\rho S V_B^2$ или $F = 2\rho S V_B^2$, где F - сила, действующая на центр масс системы частиц со стороны газет. По IIIЗ.Н.: $|F| = |F_{гв}| = F_{гв}$ - сила давления воздуха на газету. $F_{гв} = 2\rho S V_B^2$ (1)

2. Газета покоится $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} + \vec{F}_{гв} = 0$. Или в проекциях на оси Ox и Oy :

$F_{тр} = mg$; $N = F_{гв}$; Отсюда $k \cdot F_{гв} = mg$. Из (1): $k \cdot 2\rho S V_B^2 = mg$;

$k = \frac{mg}{2\rho S V_B^2}$; Ответ: $k = \frac{mg}{2\rho S (V+U)^2}$

20

Задание 2

КПД цикла Карно: $\eta = 1 - \frac{T_H}{T_X}$ или $\eta = 1 - \frac{Q_H}{Q_X}$; отсюда

$\frac{T_H}{T_X} = \frac{Q_H}{Q_X}$ или $Q_X = Q_H \frac{T_X}{T_H}$; $Q_X = m_{зв} \lambda$, где $m_{зв}$ - масса замерзшей воды

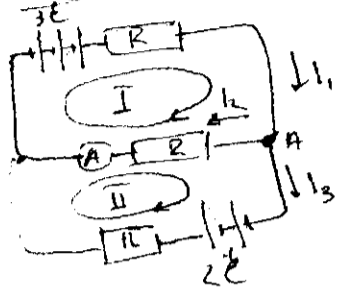
$Q_H = m_n \gamma$, где m_n - масса пара. Отсюда имеем: $m_{зв} \lambda = m_n \gamma \frac{T_X}{T_H}$

$m_{зв} = \frac{m_n T_X \gamma}{T_H \lambda}$; $m_{зв} = \frac{0,5 \cdot 173 \cdot 2,26 \cdot 10^4}{373 \cdot 3,35 \cdot 10^5} \approx 1,56 \text{ кг}$

Ответ: $m = \frac{m_n T_X \gamma}{T_H \lambda}$; $m_{зв} = 1,56 \text{ кг}$

12

Задача 3



Используя к-та для узла A:

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad (1)$$

II правило кр-та для контура I

$$3E = I_1 R + I_2 R \quad (2)$$

II правило кр-та для контура II

$$2E = I_2 R - I_3 R \quad (3)$$

из (1) и (2): $3E = 2I_2 R + I_3 R \quad (4)$; вычитая (3): $3E - 2E = 2I_2 R + I_2 R$

$$E = 3I_2 R; \quad I_2 = \frac{E}{3R}; \quad I_2 = \frac{1,5}{30} = 0,05 \text{ (A)}$$

ответ: $I_2 = \frac{E}{3R}; \quad I_2 = 0,05 \text{ A}$

15

Задача 4

После разлета осколки будут представлять собой систему зарядов со сферически симметричным распределением относительно первоначального центра. Таким образом, после разлета осколков все точки пространства ограниченной полученной ими сферической поверхностью будут эквипотенциальными. Т.е. потенциал на поверхности, образованной разлетевшимися осколками, будет равен потенциалу в центре сферы. Исходное значение потенциала

$$\varphi = \frac{kq}{R_1}, \text{ после разлета } \varphi' = \frac{kq}{R_2} \Rightarrow \frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{R_1}{R_2} \quad (1) \text{ Сумма всех зарядов}$$

на поверхности $q = \frac{R_1 \varphi}{k} \quad (2)$. Тогда по теореме об изменении кинетической энергии:

$$\Delta k = q(\varphi_1 - \varphi_2), \quad mU^2 = \frac{R_1}{k} \varphi \left(\varphi - \frac{R_1}{R_2} \varphi \right) =$$

$$= \varphi^2 \frac{R_1}{k} \left(1 - \frac{R_1}{R_2} \right) \text{ или } U = \varphi \sqrt{\frac{R_1}{k \cdot m} \left(1 - \frac{R_1}{R_2} \right)}, \text{ где } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$U = 10^4 \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-2}}{15 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^9} \left(1 - \frac{5}{12} \right)} = \frac{17}{18} \approx 0,147 \text{ (м/с)}$$

ответ: $U = \varphi \sqrt{\frac{R_1}{k \cdot m} \left(1 - \frac{R_1}{R_2} \right)}$; $U = 0,147 \text{ м/с}$

$$W = \frac{1}{2} q\varphi$$

125

Задача 5

