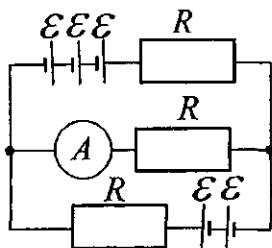


Вариант №1.

**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  $\rho$ , 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  $0^\circ\text{C}$  в качестве холодильника и воду при  $100^\circ\text{C}$  в качестве нагревателя. Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар  $500\text{ г}$  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

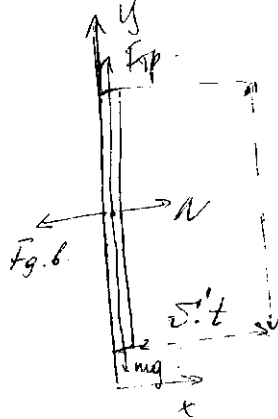
Шифр 61-01-11-21

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	20	9	15	25	6			75

Задача 1.

Решение:

Дано:  
 $\rho$   
 $u$   
 $v$   
 $S$   
 $k = ?$



1. Переидем от ~~состояния~~ к  
модем, где автомобиль стоит  
на месте, а ветер дует  
на него со скоростью  $v' = u + v$

2. По 2. ЗН:  $\Sigma$

$Ox: N - F_{g.v} = 0$ , где  $F_{g.v}$  - сила  
давления  
воздуха.

$Oy: F_{гp} - mg = 0$

относительная  
скорость

$$F_{гp} = kN = k F_{g.v} \Rightarrow$$

$$mg = k F_{g.v} \quad (1)$$

3. Решим 3.с.и. для объема воздуха  $\Delta V$   
проходящего на пути за время  $t$ :

$$\Delta V = S \cdot v' \cdot t = S \cdot (v + u) \cdot t \quad \text{знаем } \rho \text{ для воздуха}$$

$$P_0 = \Delta V \cdot \rho \cdot v' = S (v + u)^2 \cdot t \cdot \rho$$

Т.к. воздух "откачет" автомобиль  $\Rightarrow$   $P_k$  симметричный  
 $= 0 \Rightarrow$

$$\begin{cases} \Delta P = S t \rho (v + u)^2 & (2) \\ \Delta P = F_{гв} \cdot t \end{cases}$$

$$S \rho (v + u)^2 = F_{гв} \quad (3)$$

Решим систему ур-ий (1) и (3):

$$mg = k \cdot S \rho (v + u)^2 \Rightarrow$$

$$k = \frac{mg}{S \cdot \rho (v + u)^2}$$

205

Задача 2.

Решение

Дано:  
 $T_x = 0^\circ\text{C}$   
 $T_H = 100^\circ\text{C}$   
 $m' = 0,5 \text{ кг}$   
 $\mu = 2,26 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}\right)$   
 $\lambda = 335 \cdot 10^3 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}\right)$   


---

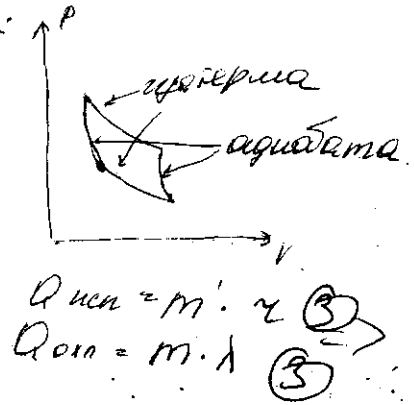
 $m = ? (\text{кг})$

1. Т.к. используется цикл Карно мы сразу можем написать уравнение цикла:

③  $\eta = \frac{T_H - T_x}{T_H}$  (1), где температура цикла Карно имеет вид:

2. С другой стороны  $\eta$  рассчитывается как:

$\eta = \frac{A_k}{A_z}$ , где  $A_k = Q_{исп.}$   
 $A_z = Q_{пол.}$



$Q_{исп.} = m' \cdot \mu$  (3)  
 $Q_{пол.} = m \cdot \lambda$  (5)

④  $\eta = \frac{Q_{исп.}}{Q_{пол.}} = \frac{m' \cdot \mu}{m \cdot \lambda}$  (2) Решим систему уравнений (1), (2)

$\frac{m' \cdot \mu}{m \cdot \lambda} = \frac{T_H - T_x}{T_H} \Rightarrow m' = \frac{(T_H - T_x) \cdot (m \cdot \lambda)}{T_H \cdot \mu}$

$m = \frac{T_H \cdot m' \cdot \mu}{(T_H - T_x) \cdot \lambda}$        $m' = \frac{387 - 237}{337}$   
 $m = \frac{337 \cdot 0,5 \cdot 2,26 \cdot 10^6}{(337 - 237) \cdot 335 \cdot 10^3} = \frac{380,81 \cdot 10^6}{335} = 11,4 \text{ кг.}$

95

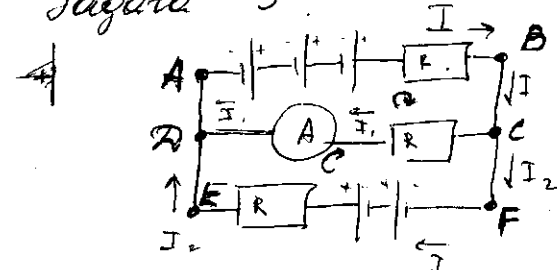
Ответ: 11,4 (кг)

Дано:  
 $\mathcal{E} = 1,5 \text{ В}$   
 $R = 10 (\text{Ом})$   


---

 $I_1 = ? (\text{А})$

Задача 3



1. Разобьем ток. По 1.3. Кирхгофа:  
 $I = I_1 + I_2$  (1)  
 2. Запишем 2.3. Кирхгофа для двух отводов:

1. ABCD:  $3\mathcal{E} = IR + I_1 R$   
 2. ACPE:  $2\mathcal{E} = I_2 R - I_1 R$

Решим эту систему и получим вид:  $I \rightarrow I_1 + I_2$  (упр. 1)

$\begin{cases} 3\mathcal{E} = 2I_1 R + I_2 R \\ 2\mathcal{E} = -I_1 R + I_2 R \end{cases}$

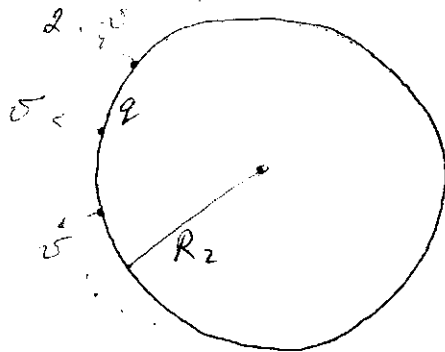
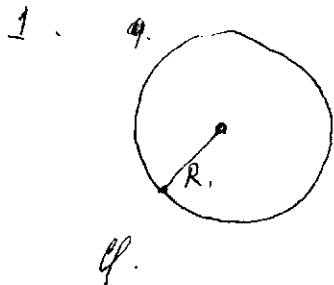
$\mathcal{E} = 3I_1 R \Rightarrow I_1 = \frac{\mathcal{E}}{3R}$  ;  $I_1 = \frac{1,5}{3 \cdot 10} = 0,05 \text{ А} = 50 \text{ мА}$

Ответ: 50 (мА)

156

### Задача 4.

Дано:  
 $q = 10 \text{ нВ}$   
 $m = 0,015 \text{ кг}$   
 $R_1 = 0,05 \text{ м}$   
 $R_2 = 0,12 \text{ м}$   
 $v = 1 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$



1) Запишем ЗСЭ для 2 тел:

$$W_1 = F_{\text{Кул}} = \frac{kq^2}{2R_1} \quad (1) \quad \text{в знаменателе переводим 2 в м.}$$

мы рассматриваем сферы, а не плоский заряд. (Экв = энергия ~~не~~ взаимодействия зарядов)   
 (Экв = энергия ~~не~~ взаимодействия зарядов)

2)  $W_2 = E_k + E_{\text{Кул}2}$ , где  $E_k$  - кинетическая энергия.

$$W_2 = \frac{kq^2}{2R_2} + \frac{mv^2}{2} \quad (2) \quad E_{\text{Кул}2} \rightarrow \text{н-я взаимодействие тел в 2 м-е}$$

$$W_1 = W_2 \Rightarrow \text{из (1) = (2): } \frac{kq^2}{2R_1} = \frac{kq^2}{2R_2} + \frac{mv^2}{2} \quad (3)$$

Зная, что  $q = \frac{kq}{R_1}$  найдем  $q = \frac{R_1 \cdot q}{k} \quad (4)$

$$\frac{k(R_1 q)^2}{k^2 \cdot R_1} = \frac{k(R_1 q)^2}{k^2 \cdot R_2} + mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{(R_1 q)^2}{k \cdot m} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)} = R_1 q \sqrt{\frac{\left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)}{k \cdot m}} \quad \oplus$$

$$v = 0,06 \cdot 10 \cdot 10^9 \cdot \sqrt{\frac{\left( \frac{1}{0,05} - \frac{1}{0,12} \right)}{9 \cdot 10^9 \cdot 0,015 \cdot 10^{-3}}} = 4,65 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \quad (258)$$

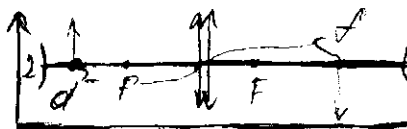
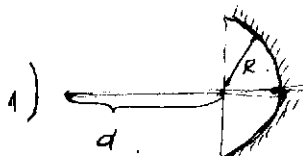
Ответ:  $4,65 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$

### Задача 8.5.

1. Найдем D мизы по формуле  $D = (n_1 - n_2) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (4)$

В нашей схеме формула приобретает вид:  $D = (n-1) \cdot \frac{1}{R} \quad (1)$

2. Зная, что  $F = \frac{1}{D}$ , найдем  $F = \frac{R}{n-1} \quad (2)$



Когда мы покрываем такую мизу  $q$  в среднем, мы можем построить эквивалентную схему, где вместо "зерна" полусфера 2 стороны, плотно прижатые линзы:  $D_{\text{из}} = 2D \Rightarrow$

$$F_{\text{из}} = \frac{F}{2} = \frac{R}{2(n-1)}$$

3) f найдем из:  $\frac{1}{f_{\text{из}}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

$$f = \frac{d}{1 - \frac{d}{f_{\text{из}}}} = \frac{0,15}{1 - \frac{0,15}{0,35}} = -0,43 \text{ м. (если } f \text{ отриц. } \Rightarrow \text{ выпуклая линза)}$$

$$r = \frac{f}{\alpha} = \frac{0,43}{0,25} = 1,72 \text{ рад.}$$

Ответ:  
 1,72 рад.

Σ (66)