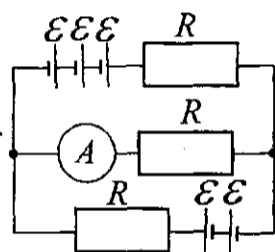


**Задание 1 (20 баллов):** На вертикальном ветровом стекле автомобиля, едущего со скоростью  $u$ , давлением встречного ветра удерживается газета масса которой  $m$ . При каком минимальном коэффициенте трения  $k$  газеты о стекло это возможно? Плотность воздуха  $\rho$ , площадь газеты  $S$ , скорость 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  $n = 1,5$ .

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	20	15	15	12	0			62

N1.

Дано:

$m$

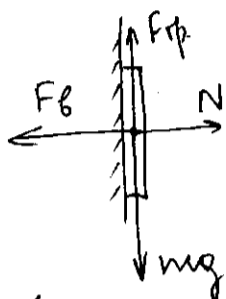
$m$

$\rho$

$S$

$v$

$K$  - ?



$F_b$  - сила давления воздуха

$v_0 = v + u$  (т.к. движение поперек друг другу).

Это 2-й закон Ньютона:

$$mg = F_{гр}$$

$$F_b = N$$

$$F_{гр} = \cancel{F_{гр}} \quad F_{гр} = KN$$

Известно, что  $F_b$  зависит от  $\rho$  воздуха,  $v$  и  $S$  поверхности тела:  
 есть  $F_b = \rho \cdot v_0^x \cdot S^z$ , где  $v_0 = v + u$ ;  $x, y, z$  - некоторые коэффициенты.  
 Воспользуемся методом размерностей и определим значения коэффициентов  $x, y, z$ .

$$1H = \frac{кг \cdot м}{с^2}$$

$$F_b = \frac{кг}{м^3} \cdot \left(\frac{м}{с}\right)^x \cdot м^z = \frac{кг \cdot м}{с^2} \Rightarrow x=1, y=2, z=1.$$

Тогда формула имеет вид:

$$F_b = \rho \cdot v_0^2 \cdot S.$$

Имеем, что:

$$\begin{cases} mg = KN \\ \rho v_0^2 S = N \end{cases} \Rightarrow mg = K \rho v_0^2 S$$

$$K = \frac{mg}{\rho v_0^2 S} = \frac{mg}{\rho (u+v)^2 S}$$

Ответ:  $K = \frac{mg}{\rho (u+v)^2 S}.$

№2. Дано:  
 $T_x = 273K$   
 $T_H = 373K$   
 $r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$   
 $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$   
 $m = 0,5 \text{ кг}$   
 $m_n = ?$

(1)  $\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$  ;  $\eta = \frac{T_H - T_x}{T_H}$  (г.к. цикл Карно)  
 (2)  $Q_H = m r$   
 $Q_X = m_n \lambda$  (по условию).

Из (1) имеем:

$$\frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

подставляем в (2) имеем:

$$\frac{m r - m_n \lambda}{m r} = \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

$$1 - \frac{m_n \lambda}{m r} = \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

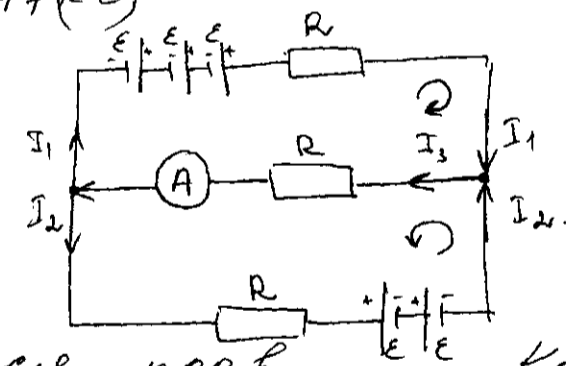
$$\frac{m_n \lambda}{m r} = 1 - \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

$$m_n = \frac{\left(1 - \frac{T_H - T_x}{T_H}\right) m r}{\lambda} = \frac{T_x m r}{\lambda T_H} =$$

$$= \frac{273 \cdot 0,5 \cdot 2,26 \cdot 10^6}{3,35 \cdot 10^5 \cdot 373} = 2,47 \text{ (кг)}$$

Ответ: 2,47 (кг)

№3. Дано:  
 $E = 1,5 \text{ В}$   
 $R = 10 \text{ Ом}$   
 $I_3 = ?$



Воспользуемся правилом Кирхгофа:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I_3. (1) \\ 3E = I_1 R + I_3 R. (2) \\ -2E = I_2 R + I_3 R. (3) \end{cases}$$

Сложим (2) и (3):

$$E = I_1 R + I_2 R + 2I_3 R.$$

$$E = (I_1 + I_2) R + 2I_3 R$$

г.к. из (1)  $I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow E = I_3 R + 2I_3 R$   
 $E = 3I_3 R.$

158

$$I_3 = \frac{E}{3R} = \frac{1,5}{3 \cdot 10} = 0,05 \text{ A.}$$

15.

Ответ: 0,05 A.

N4. Дано:

$$R_1 = 0,05 \text{ м}$$

$$\varphi = 10 \text{ кВ}$$

$$m = 0,015 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$R_2 = 0,12 \text{ м}$$

v - ?

то закону сохранения энергии  
имеем:

$$A = E_k, \text{ где } A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

q - заряд, который успевает сойти с  
шару радиус оболочки не выдерживает и  
разлетается.

Найдем q:  $\varphi = \frac{kq}{R_1} \Rightarrow q = \frac{\varphi R_1}{k}, k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$\varphi_2 = \frac{kq}{R_2} \Rightarrow$  ЗСЭ имеет вид:  $q \left( \frac{kq}{R_1} - \frac{kq}{R_2} \right) = \frac{mv^2}{2}$

$$kq^2 \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{(\varphi R_1)^2}{k} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \varphi R_1 \sqrt{\frac{2}{mk} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)} =$$

$$10 \cdot 10^3 \cdot 0,05 \sqrt{\frac{2 \cdot \left( \frac{1}{0,05} - \frac{1}{0,12} \right)}{0,015 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^9}}$$

126

$$= 6,6 \text{ (м/с)}$$

Ответ: 6,6 м/с.

N5. Дано:

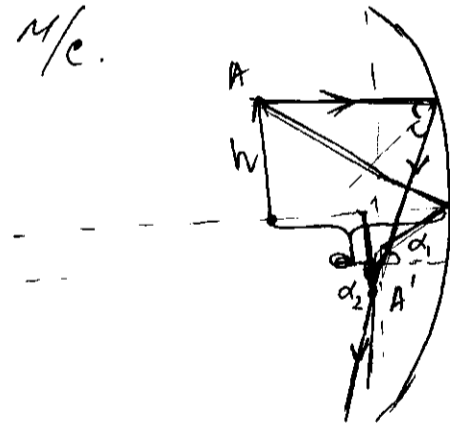
$$R_1 = 0,6 \text{ м}$$

$$d = 0,25 \text{ м}$$

$$n = 1,5$$

r - ?

|d-f| - ?



$$\sin \alpha_1 = n \sin \alpha_2$$

$$\sin \alpha_{\text{крит}} = \frac{1}{n}$$

—

05