

61-02-11-293

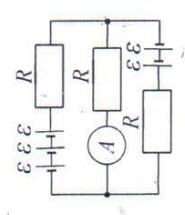
Олимпиада школьников  
«Звезда – Talанты на службе обороны и безопасности» по физике  
2014/2015уч.г.

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  $\rho$ , 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  $n = 1,5$ .

н.а.  
 $u, m$   
 $\rho, S, v$   
 $k = ?$

1) Сосм. 1 г. Н:  $\Sigma = 530\text{ Омг}$   
 $\Sigma F_i = 0$ , тогда

по оси  $x$ :  $F = mg$ , где  $F_{pmp} = kN$  (1)  
по оси  $y$ :  $F = N$ , м.е.  $S \rho v^2$  (2)  
 $mg = kF$  где  $F$  — сила давл. ветра

2)  $\zeta$  з. сопр. шипы:

$\Delta p = F \cdot \Delta t$

$F \cdot \Delta t = M(u+v)$ , где  $M$  — масса выг.

$F \cdot \Delta t = \rho \cdot S(u+v)(u+v) \Delta t = \rho S(u+v)^2 \cdot \Delta t$

$F = \rho S(u+v)^2$  (4)

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

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

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

кабина суд  
удерживается  
воздухом

205

12.  $T_x = 0$   
 $T_x = 100^\circ$   
 $m = 0,5 \text{ m}$   
 $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{дж}}{\text{кг}}$   
 $\nu = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{дж}}{\text{кг}}$   
М-?

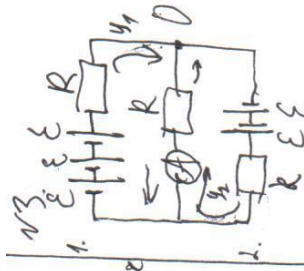
Т.к. вода в холодильнике  $T_x = 100^\circ \text{C}$  — конечная, то газ превращается в пар. Нам необходимо найти количество теплоты, которое пошло на испарение воды.  
 Нам вода в пароизолаторе, т.е.  
 $Q_1 = \lambda M$  (2), тогда  $(1) = (2)$   
 $r \cdot m = \lambda M \Rightarrow M = \frac{r \cdot m}{\lambda} = \frac{0,5 \cdot 2,26 \cdot 10^6}{3,35 \cdot 10^5} \approx 3,37 \text{ кг}$   
 Ответ: 3,37 кг (65)

14.  
 $R_1 = 0,05 \text{ м}$   
 $m = 15 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$   
 $\varphi_1 = 10^4 \text{ В}$   
 $R_2 = 0,12 \text{ м}$   
U-?

В 1 момент времени, сумма зарядов нулевая.  
 $W_1 = \frac{q \cdot \varphi_1}{2}$ , где  $\varphi_1 = \frac{kq}{R_1} \Rightarrow q = \frac{q_1 R_1}{k}$  (1)  
 Во 2 момент времени заряды системы:  
 $W_2 = \frac{q \cdot \varphi_2}{2} + W_2$ , где  $\varphi_2 = \frac{kq}{R_2}$ ,  $W_2 = \frac{m \nu^2}{2}$   
 Сохр. энергии:  
 $W_1 = W_2$ , т.е.  $\frac{q \varphi_1}{2} = \frac{q \varphi_2}{2} + \frac{m \nu^2}{2}$  (2) (50)

$U^* = \frac{kq^2(R_2 - R_1)}{m \cdot R_1 \cdot R_2}$   
 Ответ:  $U = 1 \mu \text{В}$

$q \left( \frac{kq}{R_1} - \frac{kq}{R_2} \right) = m \nu^2$ ;  $q \left( \frac{kq(R_2 - R_1)}{R_1 \cdot R_2} \right) = m \nu^2$   
 $\sqrt[4]{\frac{k \cdot q^2 \cdot R_1^2 \cdot R_2^2}{m \cdot k^2 \cdot R_1 \cdot R_2} \cdot \frac{R_2 - R_1}{R_2 - R_1}} = \frac{m \nu^2 \cdot R_1 \cdot R_2}{k \cdot q^2 \cdot (R_2 - R_1)}$   
 $q = \sqrt[4]{\frac{m \cdot \nu^2 \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot (R_2 - R_1)}{k \cdot (R_2 - R_1)}} = 1 \mu \text{В}$  (150)



1) Т.к. правая часть уравнения тождественно равна левой, то  
 $\Delta E = I_1 R + I_2 R$   
 На узле 1:  $E = I_1 R + I_2 R$   
 На узле 2:  $E = I_1 R + I_2 R$   
 $3E + I_1 R = 2E + I_2 R$   
 $E = (I_2 - I_1) R$   
 $I_1 = I_2 - \frac{E}{R}$   
 $3E + (I_2 - \frac{E}{R}) R = 2E + I_2 R$   
 $3E + I_2 R - E = 2E + I_2 R$   
 $2E = 2E$   
 Ответ:  $I_3 = 0,15 \text{ А}$  (120)

$I_3 = I_1 - I_2 = I_2 - \frac{E}{R} - I_2 = -\frac{E}{R} = -0,15 \text{ А}$   
 Ответ:  $I_3 = 0,15 \text{ А}$  (120)



№2.  $T_x = 0^\circ\text{C}$ .

$T_H = 100^\circ\text{C}$

$m = 0,5 \text{ кг}$

$r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/м}$

$M = ?$

Т.к. вода в нагревателе уже кипит, для превращения в пар нам

$Q = 0,5 \cdot 2,26 \cdot 10^6 = 1,13 \cdot 10^6 \text{ Дж}$

$Q_1 = rM$

то  $Q_1$  мы получим,

$Q_1 = \lambda M$ , где  $M$  - масса жидкой воды.

$Q = Q_1 = Q_2$

$M = \frac{Q}{\lambda} = \frac{1,13 \cdot 10^6}{3,35 \cdot 10^5} = \frac{113}{3,35} \approx 3,37$

Источники и приемники энергии  $\tau = 0$ .

Т.к. источник соединен поперек, то

№3.  $\mathcal{E}_1 = 1,5 \text{ В}$

$R_1 = 10 \text{ Ом}$

$y = ?$

$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_1}{5}$

Согл. с ОМО при полном замыкании  $R = \frac{R_1}{5}$  при замыкании

$y = \frac{\mathcal{E}}{R} \left( 1 = \frac{\mathcal{E}_1}{5R} \right)$

$y = \frac{\mathcal{E}_1 \cdot 3}{5 \cdot R} \cdot 5$

$y = \frac{\mathcal{E}_1 \cdot 3}{5 \cdot R} = \frac{1,5}{5 \cdot 10} = 0,03 \text{ А}$

$R_1 = 0,6 \text{ м}$

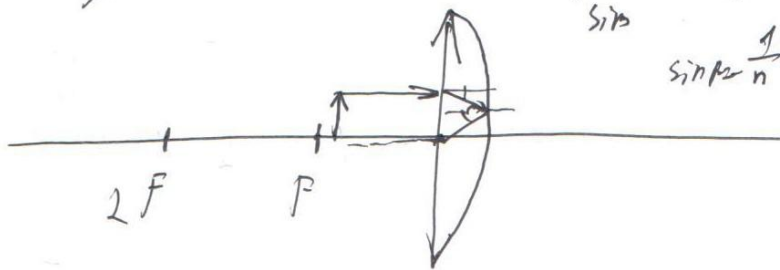
$d = 0,2 \text{ см}$

$n = 1,5$

$F = \frac{R_1}{2} = 0,3 \text{ м}$

$F = \frac{R_1}{2} = \frac{R_2}{2}$

$\frac{\sin 80}{\sin \alpha} = n$   
 $\sin \alpha = \frac{1}{n}$



Шифр  
61-02-11-293



$$R_1 = 0,05 \text{ m}$$

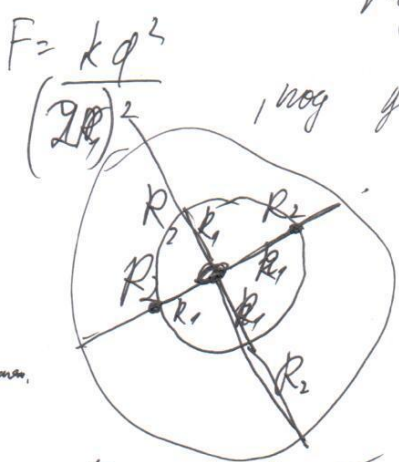
$$m = 0,015 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$q = \frac{kq}{R_1} \Rightarrow q = \frac{qR_1}{k} = \frac{10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^9} \left( \frac{5 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^9} \right)$$

$$q = 10^{-11} \text{ B} = \frac{kq}{R_1}$$

$\Rightarrow q = \frac{qR_1}{k}$  при данном максим. напряж. однородн. на осевой, м.е. на

$R_2 =$   
 radius осевой сферы  
 гравит. сила  
 В.1 момент времени  
 отн. одност. напряж.



$F = kq^2 / (2R)^2$ , пог. гравитационн. сила  
 с-на притягиват. силы  
 равны  $S = R_2 - R_1$   
 по осн. 23-11:

$$W_1 = \frac{1}{2} q \cdot \varphi = \frac{kq^2}{2R_1} \text{ - в нач. момент}$$

~~$F = ma$~~  где  $F = k \frac{q^2}{R_1^2}$

Скор.  $v$  по 1-му закону сохранения энергии  
 $W_2 = \frac{1}{2} q \cdot \varphi_2 = \frac{1}{2} \frac{q \cdot kq}{R_2} = \frac{kq^2}{2R_2}$

$$v = \sqrt{2aS}$$

$$\frac{v^2 + v_0^2}{2a} = S$$

$$v^2 - v_0^2 = 2aS$$

$$v = 10^9 \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-11} \cdot 0,05}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^9}} = 10^9 \sqrt{\frac{0,02}{30 \cdot 9 \cdot 10^3}}$$

$$v = 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{\frac{0,07}{270000}} \approx 5 \text{ м/с}$$

$$10^9 \cdot 25 \cdot (0,07)$$

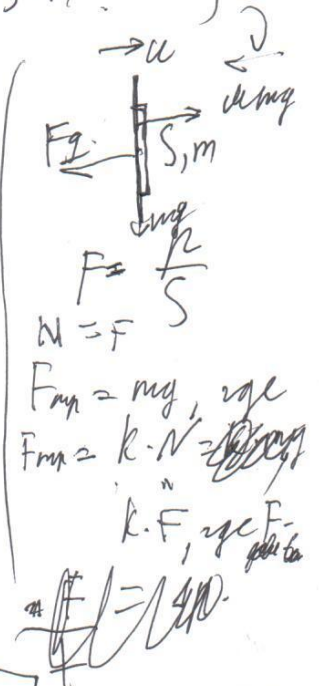
$$\frac{0,07}{27 \cdot 24}$$

$$y_1 = y_2 - \frac{E}{R}$$

$$k = 9 \cdot 10^9$$

$$y_2 = \frac{E}{R} + y_1$$

$$y_1 - y_2 = \frac{E}{2} - \frac{E}{2} = 0$$



$$3E + y_1 R = \frac{4}{3} R$$

$$2E + y_2 R = \frac{4}{3} R$$

$$y_1 = \frac{4}{3} R - 3E$$

$$y_2 = \frac{4}{3} R - 2E$$

$$V = \sqrt{\frac{R_2 - R_1}{2k}}$$

$$3E + y_1 R = 2E + y_2 R$$

$$E = (y_2 - y_1) R$$

$$y_2 R + 2E = y_1 R + 3E$$