

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

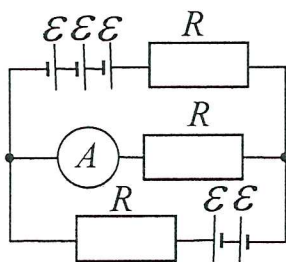


Вариант №1.

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.

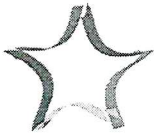
Задание 2 (15 баллов): Идеальная тепловая машина Карно, цикл которой совершается в обратном направлении (холодильная машина), использует воду при 0°C в качестве холодильника и воду при 100°C в качестве нагревателя. Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 500 г воды в нагревателе? 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.



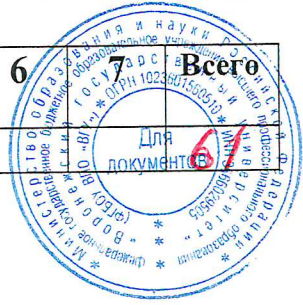
Задание 4 (25 баллов): Тонкой сферической оболочке радиусом $R_1 = 5\text{ см}$ и массой $m = 0,015\text{ г}$ сообщают заряд до тех пор, пока при достижении потенциала $\varphi = 10\text{ кВ}$ оболочка не разлетится на мелкие осколки вследствие электростатического отталкивания ее частей. Найти скорость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

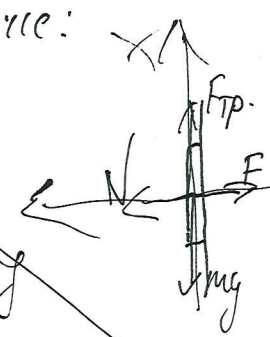
| | | | | | | |
|---------|----|----|----|----|---|---|
| Задание | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Баллы | 10 | 10 | 15 | 20 | 4 | 6 |



Верисчит I.
0.

Дано: u, m, k, ρ, S, S_0

Решение:



$$\begin{cases} y: m\ddot{x} = N + F \\ x: m\ddot{x} = -mg + F_{тр} \end{cases}$$

$N = F_{грав.}$

Еще можем удерживаемся!

$mg = F_{тр}$

$mg = kF$

$Ft = m\varrho$

$F = \frac{m\varrho}{t} = \frac{v \cdot \rho \cdot S \cdot l}{t} = S \cdot \frac{v \cdot \rho \cdot l}{t}$

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{S \cdot l}$

$\rho = S \cdot \frac{v \cdot \rho \cdot l}{t}$

(см. оборот.) $k = \frac{mg \cdot S \cdot \frac{v \cdot \rho \cdot l}{t}}{S \cdot \frac{v \cdot \rho \cdot l}{t} \cdot S}$

10

Дано: $0^\circ C = T_1, T_2 = 100^\circ C, m = 500g, r = 2,26 \cdot 10^6, \lambda = 3,35 \cdot 10^5$

Решение:

$Q = \frac{\lambda \cdot S \cdot \Delta T}{l} = \frac{373}{373 - 273} = 3,73$

$3,73$ - для колосилки

$B_x = \frac{Q}{A_j} = \frac{r \cdot m \cdot n}{L m_2 + C \cdot \Delta T}$

$\frac{1}{3,73} = \frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot m \cdot n}{3,35 \cdot 10^5 m + 4200 \cdot 100}$

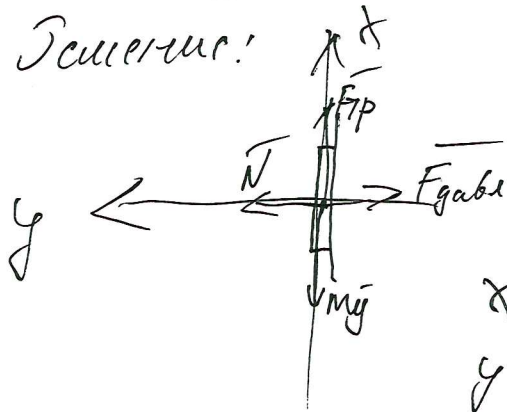
$3,73 \cdot (3,35 \cdot 10^5 m + 4200 \cdot 100) = 2,26 \cdot 10^6 \cdot m \cdot n$

$3,73 \cdot 2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,5 = 755000 m \cdot n \Rightarrow m \approx 5,58 \text{ кг}$
Ответ: 5,58 кг. (см. 2)

1

Дано:
 u
 m
 ρ
 S
 φ

Ищем:



Введем оси O_x и O_y и запишем проекц. сил:

$$x: m\vec{a} = \overline{F_{гр}} + \overline{m\vec{g}}$$

$$y: m\vec{a} = \overline{N} + \overline{F_{гавл}}$$

с.к. запись примема!

$$N = F_{гавл}, \text{ а } F_{гр} = mg.$$

$$kN = mg.$$

$$k = \frac{mg}{N} = \frac{mg}{F_{гавл}}$$

где $F_{гавл} =$

$F_t = \rho V$ - вытисненая сила

$F = \frac{m_0 g}{t}$ где $m_0 = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot l$ где l - иск. част.

$$l = u \cdot t \Rightarrow F = \frac{\rho \cdot S \cdot u \cdot t \cdot \varphi g}{t} = \rho S u (\varphi + u).$$

$$\Rightarrow k = \frac{m_0 g}{\rho \cdot S \cdot u (\varphi + u)} \quad (\text{см. прим!})$$

Ответ: $k = \frac{m_0 g}{\rho \cdot S \cdot u (\varphi + u)}$

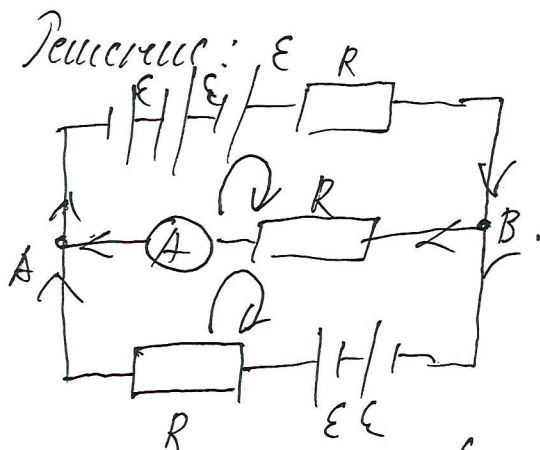
12



Чистовик.

3.

Дано: $\epsilon = 1,5 \text{ В}$
 $R = 10 \text{ Ом}$
 $I_2 = ?$



15



Вспользуемся правилом Кирхгофа, выберав направление обхода и узел A B как рассматриваемое

$$\begin{cases} 3\epsilon = I_1 R + I_2 R \\ 2\epsilon = I_3 R - I_2 R \\ I_2 + I_3 = I_1 \\ I_2 = I_1 - I_3 \end{cases}$$

$$\epsilon = I_1 R - I_3 R + 2I_2 R$$

$$\epsilon = R(I_1 - I_3) + 2I_2 R$$

$$\epsilon = 3I_2 R$$

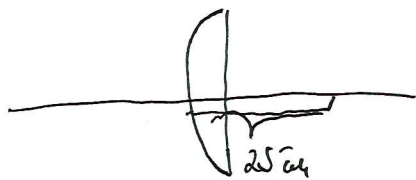
$$I_2 = \frac{\epsilon}{3R} = \frac{1,5}{3 \cdot 10} = 0,05 \text{ Ам}$$

Ответ! Амперметр покажет силу тока в $0,05 \text{ Ам}$ (см. терм.)!

5.

Дано: $R_1 = 60 \text{ Ом}$
 $d = 25 \text{ см}$
 $\eta = 1,5$

Решение:



Зная формулу для маломугл. дифракционной решетки:

$$\frac{1}{F} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \text{ где}$$

$R_2 = \infty$ найдем F.

$$\frac{1}{F} = \left(\frac{1,5}{1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R} \right) \text{ - жила } + \text{ , н.к. линза выключая}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{0,6} = \frac{1}{1,2}$$

П.к. вогнутое зеркало возьмем. рассел, как рассел вогнутой линзы:
 $\frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} = \frac{0,6 + 1,2}{0,72} = 2,5$

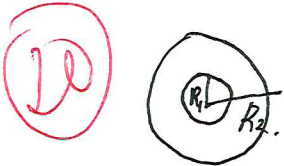
$$f = 0,4 \Rightarrow \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{0,4}{0,25} = 1,6 \quad (\text{см. терм.})$$

Ответ: $f = 0,4 \text{ м}; \Gamma = 1,6.$

(4)

Дано: | Теорема!

$R_1 = 5 \text{ см}$
 $m = 0,0152$
 $\varphi = 10 \text{ кВ}$
 $R_2 = 12 \text{ см}$



$$S_{\text{ноб}} = 4\pi R_1^2$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{0,025}{0,0144} = \frac{1}{5,76}$$

по закону сохранения энергии:

$U = ?$

$$(1) \frac{kq_1q_2}{2R_1} = \frac{kq_1q_2}{2R_2} + \frac{mU^2}{2}$$

$$\Delta R = 0,07$$

м.к $A_3 = q(\varphi_1 - \varphi_2)$

$$A = F \cdot S \text{ где } S = QR$$

$$\frac{q_1}{R_1} = \frac{q_2}{R_2} \quad q_1 = 2,4q_2$$

$$\frac{k \cdot 2,4q_2}{R_1} = \frac{kq_2}{R_2} \neq \frac{mU^2}{2}$$

$$\frac{2,4kq_2}{0,05} - \frac{kq_2}{0,12} = \frac{mU^2}{2}$$

$$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 \Rightarrow$$

$$\frac{0,238q_2 \cdot 2}{0,006 \cdot 0,00005 \text{ кг}} = mU^2$$

пути неопт. предвзв.
получили!
~~ошибка~~ $U \approx 5 \text{ мВ}$

(см. терм.)

Ответ: $\approx 5 \text{ мВ}$



Черновик

5



Дано: 1

Решение:

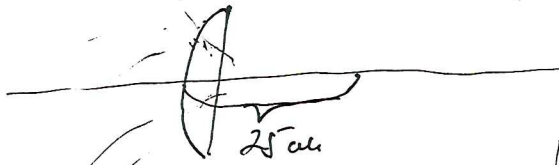
$$R = 260 \text{ см}$$

$$d = 25 \text{ см}$$

$$f = ?$$

$$F = ?$$

$$n = 1,5$$



$$\frac{1}{F} = \left(\frac{n_d}{n_{\text{сп.}}} - 1 \right) \left(\pm \frac{1}{R} \pm \frac{1}{R} \right)$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{0,6} = \frac{1}{1,2}$$

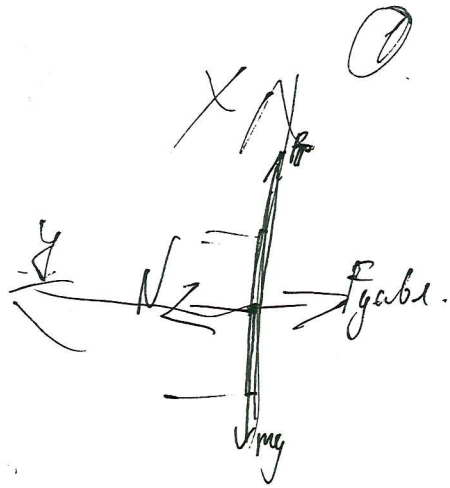
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} = \frac{1}{1,2} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{1,2} + \frac{1}{0,6}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{0,6 + 1,2}{0,72}$$

$$\frac{1}{f} = 2,5$$

$$f = 0,4$$

$$\Gamma = \frac{F}{d} = \frac{0,4}{0,25} = 1,6$$



$$x: \overline{m\ddot{x}} = \overline{F_{TP}} + m\overline{g}$$

$$y: \overline{m\ddot{y}} = \overline{N} + \overline{F_{gabr.}}$$

$$N = F_{gabr.}$$

$$F_t = m\omega^2 r$$

$$F_{TP} = mg$$

$$S = \frac{m}{\rho}$$

$$k F_{gabr.} = mg$$

$$F_{gabr.} = m$$

$$\rho = \frac{F}{S}$$

$$F = \rho \cdot S$$

~~$$F = \rho \cdot S$$~~

$$F = m \cdot \rho \cdot S$$

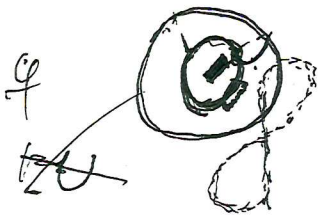
k

$$F_k \cdot S = \frac{m\omega^2}{2} \quad \text{④}$$

$$\frac{k\omega^2}{R_1} = \frac{k\omega^2}{R_2} + \frac{m\omega^2}{2}$$

~~$$\frac{k\omega^2}{R_1} = \frac{k\omega^2}{R_2}$$~~

$$\frac{\omega_1}{R_1} = \frac{\omega_2}{R_2}$$



~~$$Q_1 \omega_1 = Q_2 \omega_2$$~~

~~$$\frac{Q_1 R_1^2}{Q_2 R_2^2} = \frac{Q_2}{Q_1}$$~~

$$\frac{Q^2}{4\pi R^2} = Q$$

$$Q_1 = \frac{Q_2 R_2}{0,05 - Q_2}$$

$$Q_1 = 2,4 Q_2$$

$$\frac{0,0025}{0,0144} = \frac{Q_2}{Q_1} = 5,78$$

$$\frac{k Q_1}{4\pi R_1^3} = \frac{k Q_2}{4\pi R_2^3} + \frac{m\omega^2}{2}$$

$$\frac{k Q}{R} = 10000 \quad k Q = 70000$$

* Q

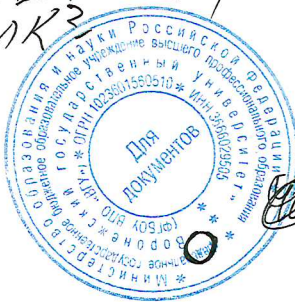
$$\Delta = k(Q_1 - Q_2)$$

$$\frac{k Q}{R} = 4\pi R^2$$

~~$$\frac{k Q}{R} = Q(Q_1 - Q_2) + \frac{m\omega^2}{2}$$~~

$$\frac{Q}{R} = R^2$$

$$Q = R^3$$



~~$$500 \cdot 10000 = \frac{m\omega^2}{2}$$~~

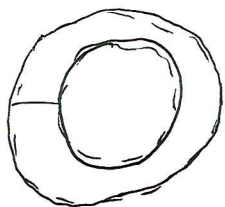
$$1000 \cdot 10^4 = 10^7 =$$

Церковный Q (C)

Дано:

- $R_1 = 5 \text{ см}$
- $m = 0,015 \text{ т}$
- $\varphi = 10 \text{ кВ}$
- $R_2 = 12 \text{ см}$

Ищем:



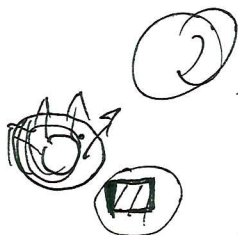
$$E = \frac{kq^2}{R}$$

$$A = q \cdot \varphi$$

$$\frac{kq^2}{R_1} = \frac{kq^2}{R_2} + \frac{m v^2}{2}$$

~~перепишем~~

~~получим~~



$$2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,5 = 104t + 3,35 \cdot 10^5$$

$$B_x = \frac{T_x}{T_1 - T_x} \approx 3,73$$

~~амплитуда~~

$$\lambda m_1 = L m_2$$

$$\frac{Q}{A} = 3,73$$

$$A = \frac{Q}{2,73}$$

$$A = 100 \text{ Дм}$$

$$3,73 = \frac{2,26 \cdot 10^6}{3,35 \cdot 10^5 \cdot m + 4200 \cdot 100 \cdot m}$$

$$3,73 = \frac{\lambda m + 104t}{L m} =$$

$$\frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,5}{4200 \cdot 100 + 3,35 \cdot 10^5}$$

$$3,73 = \frac{3,35 \cdot 10^5 \cdot m + 4200 \cdot 100 \cdot m}{2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,5}$$

$$3,73 (3,35 \cdot 10^5 \cdot m + 4200 \cdot 100 \cdot m) = \frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,5}{755 \cdot 10^3}$$

$$2816150 m = 2260000$$

$$m \approx 802,5 \text{ т}$$

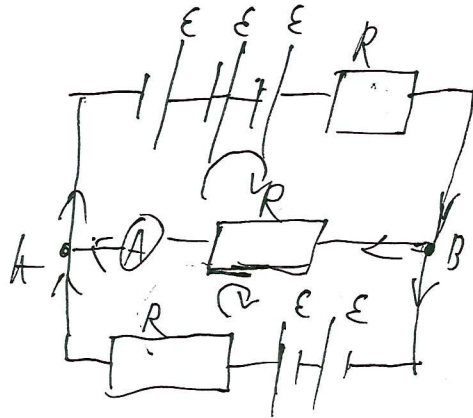
$$m \approx 4 \text{ кВ}$$



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

3.

Решение:



$$IR + IR + IR =$$

$$\begin{cases} 3\mathcal{E} = I_1 R + I_2 R \\ 2\mathcal{E} = I_3 R + I_2 R \\ 5\mathcal{E} = I_1 R + I_3 R \end{cases} \downarrow \neq$$

$$A: I_2 + I_3 = I_1$$

$$5\mathcal{E} = (I_1 + I_3) R$$

$$\begin{cases} 3\mathcal{E} = I_1 R + I_2 R \\ 2\mathcal{E} = I_3 R - I_2 R \\ I_2 + I_3 = I_1 \end{cases} \downarrow \pm$$

$$5\mathcal{E} = I_1 R + I_2 R + I_3 R + I_2 R$$

$$5\mathcal{E} = \mathcal{E} + I_2 R$$

$$4\mathcal{E} = I_2 R$$

$$I_2 = \frac{4\mathcal{E}}{R} = 0,6 \text{ Ам.}$$

$$\begin{cases} 5\mathcal{E} = (I_1 + I_3) R \\ \mathcal{E} = 2I_2 R + I_1 R - I_3 R \\ I_1 - I_3 = I_2 \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = 2I_2 R + RI_2$$

$$\mathcal{E} = 3I_2 R$$

$$I_2 = 0,05 \text{ А}$$

