

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

Ф11-11
(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

ВАЛЕЕВ

Имя

РУСЛАН

Отчество

ЛЕНАРОВИЧ

Учебное заведение

IT-швей КФУ

Класс

11

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике»

11 класс,

вариант _____

1	2	3	4	5	Σ
3	20	25	13	13	79
	23	25			
	25				

Задача 3.

Разделим приведенную схему на 3 участка: бесконечная цепь 1 (рис 1), бесконечная цепь 2 (рис 2), батарея с резистором R.

Цепь 1: выделив участок из 3 резисторов, замечаю, что при его удалении сопротивление оставшихся резисторов не изменится, т.к. цепь аналогична. (см. рис. 1)

С другой стороны, сопротивление цепи 1:

$$R_{x1} = \frac{(R_{x1} + 2r)r}{R_{x1} + 3r} \text{ из упр-ий соединения резисторов.}$$

Решая, нахожу: $R_{x1} = (\sqrt{3} - 1)r$ ①

Цепь 2: действие аналогично цепи 1 (см. рис 2):

$$R_{x2} = \frac{(R_{x2} + r)r}{R_{x2} + 2r} \Rightarrow R_{x2} = \left(\frac{\sqrt{5} - 1}{2}\right)r \quad ②$$

С учетом ① и ②, перерисую схему (рис 3):

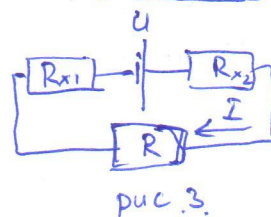
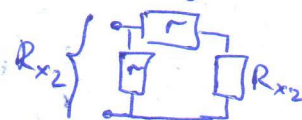
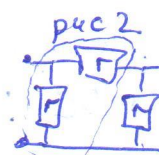
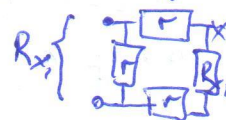
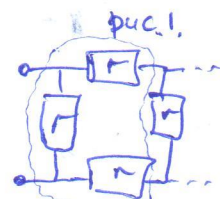
По закону Ома для полной цепи:

$$U = I(R_{x1} + R_{x2} + R) \Rightarrow I = \frac{U}{R_{x1} + R_{x2} + R}$$

$$I = \frac{U}{1,35r + R}; I \text{ полностью протекает через } R,$$

значит I — исконая сила тока X

Ответ: $I = \frac{U}{1,35r + R}$



Задача 5

Найду мощность солнца: $P = \lambda_0 \cdot S_{\text{де}}; S_{\text{де}} = 4\pi L^2$ — площадь сферы радиусом $1a.2$
($L_1 = 149,6 \cdot 10^9 \text{ м}$)

$$P \approx \lambda_0 \cdot 4\pi L^2;$$

за 10 млрд лет выделится энергии: $E = P \cdot T_0 = \lambda_0 T_0 \cdot 4\pi L^2$

Эта энергия выделяется за счёт дефекта масс при ядерных реакциях по закону $E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2}$ — потеря массы солнца за счёт излучения.

$$m = 1,35 \cdot 10^{27} \text{ кг} \quad \sigma = \frac{m}{M_0} \approx 6,8\%$$

Ответ: $1,35 \cdot 10^{27} \text{ кг}$ или $6,8\%$

ровно на 2 порядка ошиблись

Задача 4

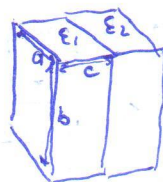
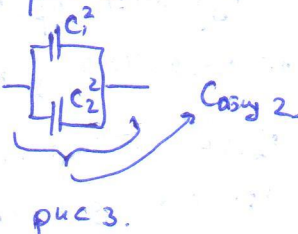
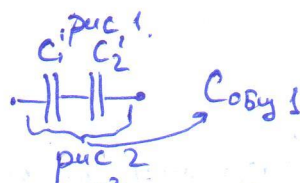
Приведённые соединения диэлектриков в конденсаторе можно рассматривать как последовательные и параллельные соединения конденсаторов. Пусть в первом случае диэлектрики расположены "последовательно", а во втором — "параллельно" (рис 1 и 2 соотв.).

Рассмотрю теперь геометрию диэлектрика (рис. 3).

1 случай: $C_1' = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 ab}{c}$; $C_2' = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 ab}{c}$

2 случай: $C_1^2 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 bc}{a}$; $C_2^2 = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 bc}{a}$

использую закон $C = \frac{\epsilon S}{d}$ и рис 3.



1 случай: $C_{сову1} = \frac{C_1' C_2'}{C_1' + C_2'} = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_0^2 (ab)^2 \cdot c}{c^2 (\epsilon_1 + \epsilon_2) \epsilon_0 ab} = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_0 ab}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) c}$

2 случай: $C_{сову2} = C_1^2 + C_2^2 = \frac{(\epsilon_1 + \epsilon_2) \epsilon_0 bc}{a}$

т.к. диэлектрики "влезли" в конденсатор, $2c = a$ (из рис 3)

$$\frac{C_{сову1}}{C_{сову2}} = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_0 ab}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) c} \cdot \frac{a}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) \epsilon_0 bc} = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)^2} \cdot \frac{a^2}{c^2} = \frac{4 \epsilon_1 \epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)^2}$$

Теперь рассмотрю напряжённости полей в каждом случае:
($U = Ed$; $q = UC$);

1 случай: q на каждом конденсаторе равен, т.к. подключение последовательное $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2'}{C_1'} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}$ (обратно пропорционально отношению диэлектриков)

2 случай: U на каждом конденсаторе равен, т.к. подключение параллельное $\Rightarrow$
 $\Rightarrow E_1 = E_2$

Подсчитано отношение не тех напряжений (13)

Задача 1.

Рассмотрю процесс остановки: при резкой остановке барабана (на рис 1. момент обозначен точкой 1) шнур начинает растягиваться (и, следовательно, запасает энергию).

За счёт торможения бруска. При остановке бруска, вся его кин. энергия по ЗСЭ переходит в потен. энергию шнура.

На рис 1 эта энергия выражена как площадь под отрезком 1-2.

Пока вал вращается (пусть растяжение x_0), сила натяжения равна силе тяжести груза ($T_0 = mg + kx_0$); из рис 1: $\frac{mv^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} \Rightarrow x_1 = \sqrt{\frac{mv^2 + kx_0^2}{k}}$

нет вклада от изменения потенциальной энергии груза

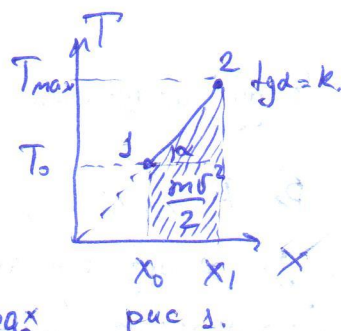


рис 1.

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике»

11

класс,

вариант

$$T_{\max} = x, k = \sqrt{kmv^2 + k^2 x_0^2} = \sqrt{kmv^2 + m^2 g^2}$$

если гравитации нет, $T_{\max} = v \sqrt{km}$

Амплитуду на этом тресе можно задать любой (колебания гармонические, т.к. трес упругий), поэтому и соотношение может быть любым. Конкретно в случае остановки соотношение = 1, т.к. энергия из системы не уходит.

③

Задача 2.

Пусть показатели числа степеней свободы у газов i_1, i_2 и i_2' (i_2' - при 5000°C), кол-во ν_1 и ν_2 , молярные массы M_1 и M_2 .

При изобарном процессе:

$$C_{p1} = \left(\frac{i_1 \nu_1 + i_2 \nu_2}{2} + \nu_1 + \nu_2 \right) R = 24,94 (\nu_1 + \nu_2) \text{ [жидк. температура]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{i_1 \nu_1 + i_2 \nu_2}{2} + \nu_1 + \nu_2 = 24,94 (\nu_1 + \nu_2) \Rightarrow i_1 \nu_1 + i_2 \nu_2 = 4 \nu_1 + 4 \nu_2 \quad (1)$$

$$C_{p2} = \left(\frac{i_1 \nu_1 + i_2' \nu_2}{2} + \nu_1 + \nu_2 \right) R = 20,79 (\nu_1 + \nu_2) [5000^\circ\text{C}] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i_1 \nu_1 + i_2' \nu_2 = 3 \nu_1 + 3 \nu_2 \quad (2)$$

$$\left. \begin{array}{l} (1) \\ (2) \end{array} \right\} i_2' = -\frac{\nu_1 + \nu_2}{\nu_2} + i_2 \quad (6)$$

При изохорном процессе (масса смеси $\nu_1 M_1 + \nu_2 M_2$):

$$C_{v1} = \frac{i_1 \nu_1 + i_2 \nu_2}{2} R = 0,924 (\nu_1 M_1 + \nu_2 M_2) \text{ [жидк. температура]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4,5 (i_1 \nu_1 + i_2 \nu_2) = \nu_1 M_1 + \nu_2 M_2 \quad (3)$$

$$C_{v2} = \frac{i_1 \nu_1 + i_2' \nu_2}{2} R = 1,039 (\nu_1 M_1 + \nu_2 M_2) [5000^\circ\text{C}] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 (i_1 \nu_1 + i_2' \nu_2) = \nu_1 M_1 + \nu_2 M_2 \quad (4)$$

Для 3-го газа:

$$\frac{i_1}{2} \nu_1 R = 5,2 \nu_1 M_1 \Rightarrow \frac{i_1}{2} + 1 = 1,6 \left(\frac{i_1}{2} + 1 \right) = M_1 \quad (5)$$

Для первого газа подходит только $i_1 = 5$ - He ($M_1 = 4 \frac{2}{\text{моль}}$), остальные i_1 не дают M_1 подходящую.

Из ур-ния (2) $i_2' = 3$; подставляя (4) из (3) и используя (6),

1	3
2	3
3	3
4	2
5	2
6	2
7	2

поэтому $\dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 \Rightarrow$ из ⑥ ~~$\dot{\varphi}_2 = 5$~~ $\dot{\varphi}_2 = 5$

из ③ и $M_1 = 4 \frac{2}{\cos 60^\circ} \Rightarrow M_2 = 32 \frac{2}{\cos 60^\circ} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \omega_1 = \frac{\dot{\varphi}_1 M_1}{\dot{\varphi}_1 M_1 + \dot{\varphi}_2 M_2} = \left[\frac{1}{g} \right] ; \omega_2 = \frac{8}{g}$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

ФМ-22

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО физике
(наименование дисциплины)

Фамилия КАШАПОВ

Имя БУЛАТ

Отчество АМИРОВИЧ

Учебное заведение МОУ СОШ №173

Класс 11

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант _____

1	2	3	4	5	Σ
3	25	25	1	15	69

Дей

N5

Дано:

$T_0 = 10^{10} \text{ лет}$

$1 \text{ а.е.} = 149,6 \cdot 10^9 \text{ м} = r$

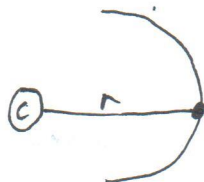
$\lambda_0 = 1367 \frac{\text{ВТ}}{\text{м}^2}$

$M_0 = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

$\Delta M = ?$

$\frac{\Delta M}{M_0} = ?$

Решение:



объем, на который оказывается вся мощность излучения движется по сфере, тогда:

$S_{\text{сферы}} = 4\pi r^2$

$\lambda_0 \left[\frac{\text{ВТ}}{\text{м}^2} \right] \Rightarrow P = \lambda_0 \cdot S$

$E = P \cdot T_0, \text{ где } E = \Delta M \cdot c^2, \text{ тогда:}$

$\Delta M \cdot c^2 = \lambda_0 \cdot 4\pi r^2 \cdot T_0$

$$\Delta M = \frac{\lambda_0 \cdot 4\pi \cdot r^2 \cdot T_0}{c^2} = \frac{1367 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot (149,6)^2 \cdot 10^{10} \cdot 10^{10} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{9 \cdot 10^{16}} =$$

$$= \frac{1,21 \cdot 10^{16} \cdot 10^{20}}{9 \cdot 10^{16}} = 0,134 \cdot 10^{24} = 1,34 \cdot 10^{23} \text{ м}$$

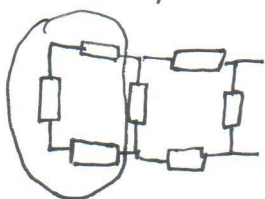
$\frac{\Delta M}{M_0} = \frac{1,34 \cdot 10^{23} \text{ м}}{1,99 \cdot 10^{30} \text{ м}} = 0,67 \cdot 10^{-3} = 6,7 \cdot 10^{-4}$

Ответ: $1,34 \cdot 10^{23} \text{ кг}$; $6,7 \cdot 10^{-4}$

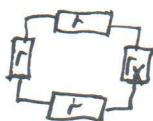
15

N3

Рассмотрим левый участок бес-ой цепи



данный фрагмент будет повторяться бесконечно, тогда нарисуем конечную цепь:



Отсюда $r_x = \frac{(2R + r_x) \cdot R}{3R + r_x}$

$$3r\Gamma_x + \Gamma_x^2 = 2r^2 + r\Gamma_x$$

$$\Gamma_x^2 + 2r\Gamma_x - 2r^2 = 0$$

$$\sqrt{D} = \sqrt{4r^2 + 8r^2} = 2\sqrt{3}r$$

$$\Gamma_{x1} = \frac{-2r + 2\sqrt{3}r}{2} = r(\sqrt{3}-1)$$

Γ_{x2} - пост.-ий, т.ч. Γ положительная.

В правой части имеем:



Путь повторяется данный фрагмент, когда замыкаем конечную цепь

Отсюда

$$\Gamma_x = \frac{(r + \Gamma_x) \cdot r}{2r + \Gamma_x}$$

$$\Gamma_x^2 + 2r\Gamma_x = r\Gamma_x + r^2$$

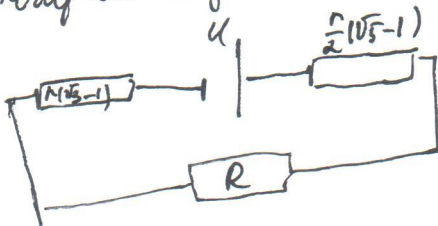
$$\Gamma_x^2 + r\Gamma_x - r^2 = 0$$

$$\sqrt{D} = \sqrt{r^2 + 4r^2} = \sqrt{5}r$$

$$\Gamma_{x1} = \frac{-r + \sqrt{5}r}{2} = \frac{r}{2}(\sqrt{5}-1)$$

Γ_{x2} - пост.-ий ан-но первую

получили такую цепь:



$$I = \frac{r(\sqrt{3}-1) U}{r(\sqrt{3}-1 + \frac{\sqrt{5}-1}{2}) + R}$$

Ответ: $I = \frac{U}{r(\sqrt{3}-1 + \frac{\sqrt{5}-1}{2}) + R}$

25

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант _____

N_1
 k
 v_1

По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{k\Delta\lambda^2}{2} \quad \Delta\lambda = v\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\Delta\lambda = 19\sqrt{\frac{m}{K}}$$

Не утратило изменение
потенциальной энергии
системы: $\Delta U = 0$

П.и. происходят свободные упругие колебания, то имеют следующие:

$$x_1 \left(\frac{1}{2} \right)$$

Juga $kx_1 = mg$, maka $T_{ul} = mg = kx_1$

$$x_1 = \frac{mg}{k}$$

Ποργα

$$A = \Delta x - x_1 = 2\sqrt{\frac{m}{k}} - mg)$$

$$\frac{\Delta x}{A} = \frac{v\sqrt{\frac{m}{u}}}{v\sqrt{\frac{m}{u}} - mg}$$

$$\text{Problem: } T_{\text{air}} = mg; \quad \frac{\Delta x}{A} = \frac{20 \sqrt{\frac{m}{u}}}{20 \sqrt{\frac{m}{u}} - mg}$$

3

N2

$$C_{p1} = 24,94 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad T_1 = 293 \text{ K}$$

$$T_1 = 293 \text{ K}$$

$$C_{p2} = 20,49 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad T_2 = 5243 \text{ K}$$

$$T_2 = 5273 \text{ K}$$

$$C_{v_i} = 0,924 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad T_3 = 293 \text{ K}$$

$$T_3 = 293.4$$

$$C_{v_2} = 1,039 \frac{J}{K \cdot mol} \quad T_4 = 5243 K$$

$$T_y = 5273 \text{ K}$$

$$C_{p3} = 5.2 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Пусть x_1 - одноатомность или двуатомность у первого газа, а x_2 - у второго,

нога

$$C_{P3} = \frac{\frac{x_1}{2} \dot{V}_1 R_{AT} + \dot{V}_1 R_{AT}}{m_1 \cdot \Delta T} = \frac{R \cdot \frac{m_1}{M_1} \left(\frac{x_1}{2} + 1 \right)}{\Delta T_1} = \frac{R \left(\frac{x_1}{2} + 1 \right)}{\mu}$$

$$\mu = \frac{R \left(\frac{x_1}{2} + 1 \right)}{c}$$

Если газ одноатомный, то

$$\mu = 4 \frac{2}{5} R - H_E$$

Если 2-атомный, то

$\mu = 5 \frac{2}{5} R$, а такое же значение μ имеет и газ одноатомный.

$$C_{v1} = \frac{\frac{3}{2} V_1 R + \frac{x_2}{2} V_2 R}{m_1 + m_2} = \frac{R \left(\frac{3}{2} \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{2} \frac{m_2}{\mu_2} \right)}{m_1 + m_2} = \frac{R \left(\frac{3}{2} \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{2} \frac{m_2}{\mu_2} \right)}{m_1 + m_2}$$

Второй газ при низких температурах одноватомный, тогда

$$C_{v1} = \frac{R \left(\frac{3}{2} \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{5}{2} \frac{m_2}{\mu_2} \right)}{m_1 + m_2}$$

При высокой он станет двухатомным, при этом $V_{б2p} >$

$$C_{v2} = \frac{\frac{3}{2} \frac{m_1}{\mu_1} R + \frac{3}{2} \cdot 2 V_2 R}{m_1 + m_2} = \frac{R \left(\frac{3}{2} \frac{m_1}{\mu_1} + 3 \frac{m_2}{\mu_2} \right)}{m_1 + m_2}$$

При нулевой температуре:

$$C_{p1} = \frac{\frac{3}{2} V_1 R + V_1 R + \frac{5}{2} V_2 R + V_2 R}{V_1 + V_2} = \frac{R \left(\frac{5}{2} V_1 + \frac{7}{2} V_2 \right)}{V_1 + V_2}$$

При высокой; $V_{б2p} >$

$$C_{p2} = \frac{\frac{3}{2} V_1 R + V_1 R + 5 V_2 R + 2 V_2 R}{V_1 + 2 V_2} = \frac{R \left(\frac{5}{2} V_1 + 7 V_2 \right)}{V_1 + 2 V_2}$$

$$\begin{cases} 24,94 = \frac{8,31 (2,5 V_1 + 3,5 V_2)}{V_1 + V_2} \\ 20,79 = \frac{8,31 (2,5 V_1 + 7 V_2)}{V_1 + 2 V_2} \end{cases}$$

$$\frac{2,5 V_1 + 3,5 V_2}{V_1 + V_2} = 3$$

$$3 V_1 + 3 V_2 = 2,5 V_1 + 3,5 V_2$$

$$V_1 = V_2$$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант _____

$$\frac{m_1}{M_1} = \frac{m_2}{M_2}$$

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot M_2}{M_1} = \frac{m_1 \cdot M_2}{4}$$

$$C_{v_2} = \frac{R \left(\frac{3}{8} \cdot m_1 + 3 \cdot \frac{m_1 \cdot M_2}{M_2 \cdot 4} \right)}{m_1 + \frac{m_1 \cdot M_2}{4}} = \frac{R \left(\frac{3}{8} + \frac{3}{4} \right)}{1 + \frac{M_2}{4}}$$

$$1 + \frac{M_2}{4} = \frac{R \left(\frac{3}{8} + \frac{3}{4} \right)}{C_{v_2}} = 4$$

$$\frac{M_2}{4} = 3$$

$$M_2 = 32 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

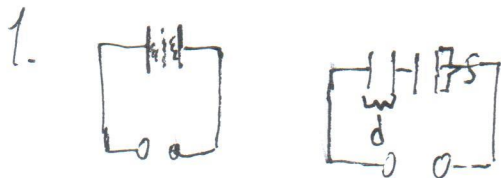
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{4}{32} = \frac{1}{8} \quad m_2 = 8m_1$$

$$\frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{m_1}{9m_1} = \frac{1}{9} \quad (\text{полицентрическая масса первого})$$

$$\frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{8m_1}{9m_1} = \frac{8}{9} \quad (\text{масса второго})$$

Ответ: $M_1 = 4 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; \frac{1}{9} \quad M_2 = \frac{8}{9} 32 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; \frac{8}{9}$

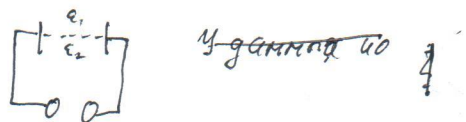
М4



Пусть d расстояние между пластинами, а S площадь обкладок

$$C_{\text{общ}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} + \frac{\epsilon_2 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} = \frac{\epsilon_0 S (\epsilon_1 + \epsilon_2)}{d}$$

$$= \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d^2} \cdot \frac{d}{\epsilon_0 S (\epsilon_1 + \epsilon_2)} = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d \cdot (\epsilon_1 + \epsilon_2)}$$



$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_1 \cdot S}{2 \cdot 2d} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_1 \cdot S}{4d}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_2 \cdot S}{4d}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot S^2}{16 d^2 \epsilon_0 S (\epsilon_1 + \epsilon_2)} = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{4 d (\epsilon_1 + \epsilon_2)}$$

$$\frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} = \frac{4d}{d} = \frac{4}{1}$$

①

Problem: 4

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	ФМ-13
------	-------

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО физике
(наименование дисциплины)

Фамилия

К	А	Д	Ы	Р	О	В								
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя

Л	Е	Н	А	Р										
---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество

И	Л	Ь	Д	А	Р	О	В	И	Ч					
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--

Учебное заведение школа №173

Класс 11 А

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике»

», 11 класс,

вариант

1	2	3	4	5	Σ
3	25	13	11	15	67

Jae

№5. Дано.

$$T_0 = 10 \text{ млрд. лет}$$

$$1 \text{ а.е.} = 149,6 \text{ млн км} = 149,6 \cdot 10^9 \text{ м.}$$

$$\lambda_0 = 1367 \cdot \frac{p_T}{\text{м}^2}$$

$$M_0 = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ кг.}$$

 $\Delta M = ?$ $\frac{\Delta M}{M_0} = ?$

$$\Delta M = \frac{PT}{c^2} = \frac{\lambda_0 S T}{c^2} = \frac{1367 (149,6)^2 \cdot 10^{18} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{9 \cdot 10^{16}} =$$

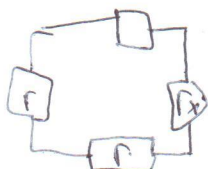
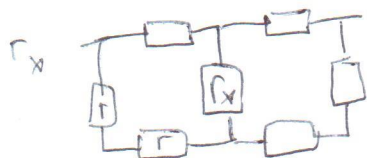
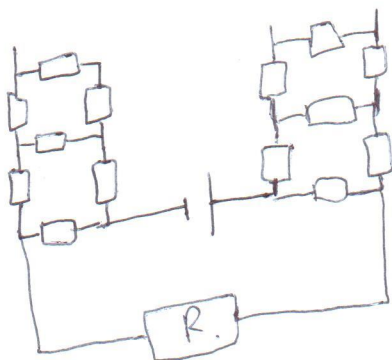
$$\Delta M \approx \frac{12 \cdot 10^{44}}{9 \cdot 10^{16}} = 0,134 \cdot 10^{28} = 13,4 \cdot 10^{26} \text{ кг.}$$

$$\frac{\Delta M}{M_0} = \frac{13,4 \cdot 10^{26}}{1,99 \cdot 10^{30}} = 6,7 \cdot 10^{-4}.$$

Ответ: $13,4 \cdot 10^{26} \text{ кг}; 6,7 \cdot 10^{-4}$

15

№3



$$R_x = \frac{(2r + R_x)r}{3r + R_x}$$

если из бесконечной цепи вырезать кусок, то сопротивление не изменится

$$R_x (3r + R_x) = 2r^2 + R_x r$$

$$3R_x r + R_x^2 = 2r^2 + R_x r$$

$$R_x^2 + 2R_x r - 2r^2$$

$$D = 4r^2 + 8r^2 = 12r^2$$

$$R_x = \frac{-2r \pm 2\sqrt{3}r}{2} = \sqrt{3}r - r$$

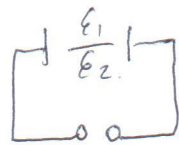
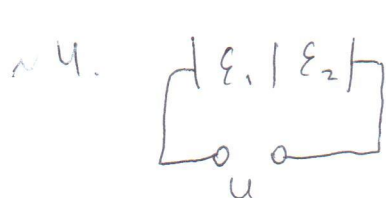
$$I = \frac{U}{(\sqrt{3}-1)r + R}$$

Нет вклада

от 2-й цепочки

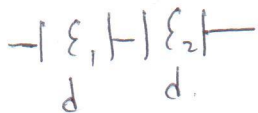
Ответ: $\frac{U}{(\sqrt{3}-1)r + R}$

13



$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$C_0 = C_1 + C_2$$



$$C_1 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{d}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon_0^2 S^2 \epsilon_1 \epsilon_2}{d^2 (\epsilon_1 + \epsilon_2) \frac{\epsilon_0 S}{d}} = \frac{\epsilon_0 S}{d} \left(\frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \right)$$

$$\frac{C_{10}}{C_{20}} = \frac{\epsilon_0 S}{d} \left(\frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \right) \cdot \frac{4d}{\epsilon_0 S (\epsilon_1 + \epsilon_2)}; \quad \frac{C_{10}}{C_{20}} = \frac{4 \epsilon_1 \epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)^2}$$

$$U_1 + U_2 = U$$

$$C_1 U_1 = C_2 U$$

$$U_1 = \frac{C_2 U_2}{C_1}$$

$$U_1 = \frac{C_2 C_1}{C_1 (C_1 + C_2)}$$

$$U_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U$$

$$U_1 = \frac{C_2}{C_1} (U - U_1)$$

$$U_1 = \frac{C_2}{C_1} U - \frac{C_2}{C_1} U_1$$

$$U_1 = \frac{C_2 U}{C_1 (1 + \frac{C_2}{C_1})}$$

Із урахунок $E_1 = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 S}$

$$E_2 = \frac{Q}{\epsilon_2 \epsilon_0 S}$$

$$Q = CU = C_1 U_1 = \left(\frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \right) \frac{\epsilon_0 S U}{d}$$

$$E_{12} = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S U}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) d}$$

$$E_2 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 \cdot S U}{\epsilon_1 + \epsilon_2 \cdot d}$$

2-й урахунок $Q = C_1 U_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{4d}$

$$E_{21} = \frac{\epsilon_0 S U}{4d}$$

$$E_{22} = \frac{\epsilon_0 S U}{4d}$$

$$\frac{E_{11}}{E_{21}} = \frac{\epsilon_2 U}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)}$$

$$\frac{E_{12}}{E_{22}} = \frac{4 \epsilon_1}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)}$$

Отже: $\frac{C_{10}}{C_{20}} = \frac{4 \epsilon_1 \epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)^2}; \quad \frac{E_{11}}{E_{21}} = \frac{\epsilon_2 U}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)}; \quad \frac{E_{12}}{E_{22}} = \frac{4 \epsilon_1}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)}$ (11)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », _____ класс,

вариант _____

№1.



$$\frac{mv^2}{2} = \frac{k\Delta X^2}{2}$$

$$\Delta X = v\sqrt{\frac{m}{k}}$$

происходят свободные колебания.

$$\text{где } kx_1 = mg$$

$$x_1 = \frac{mg}{k}$$

по закону сохранения энергии

нет вклада от изменения
 потенциальной
 энергии груза

$$T_m = mg = kx_1, \text{ — растяжение пружины.}$$

поэтому

$$A = \Delta X - x_1 = v\sqrt{\frac{m}{k}} - \frac{mg}{k}$$

$$\frac{\Delta X}{A} = \frac{v\sqrt{\frac{m}{k}}}{v\sqrt{\frac{m}{k}} - \frac{mg}{k}}$$

Ответ: $T = mg$; $\frac{\Delta X}{A} = \frac{v\sqrt{\frac{m}{k}}}{v\sqrt{\frac{m}{k}} - \frac{mg}{k}}$

3

№2.

Дано.

$$C_p = 24,94 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \quad \text{при } t = 300 \text{ К.}$$

$$C_p = 20,79 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \quad \text{при } t = 5000 \text{ К} = 5273 \text{ К.}$$

$$C_v = 0,924 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot \text{К}} \quad \text{при } t = 300 \text{ К.}$$

$$C_v = 1,039 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot \text{К}} \quad \text{при } t = 5273 \text{ К.}$$

$$C_p = 5,2 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot \text{К}}$$

$$C_p = 5,2 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot \text{К}} \quad C_p = \frac{\chi}{2} \sqrt{1, R \Delta T + \sqrt{1, R \Delta T}}$$

$$C_p = \frac{R}{M_1} \left(\frac{\chi}{2} + 1 \right) = 5,2$$

$\chi_1 = \text{моль } 3 \text{ моль } 5.$

$$M_1 = \frac{R \left(\frac{\chi}{2} + 1 \right)}{5,2} = \frac{8,31 \left(\frac{5}{2} + 1 \right)}{5,2} = 4 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad \text{— гелий.}$$

$$C_v = \frac{\frac{3}{2} \frac{m_1}{M_1} R \Delta T + \frac{x_2}{2} \frac{m_2}{M_2} R \Delta T}{(m_1 + m_2) \Delta T} \quad \text{— нулевой объем. } x_2 = 5. \quad 0-0$$

$$C_v = \frac{\frac{3}{2} \frac{m_1}{M_1} R + \frac{x_2}{2} \cdot \frac{2m_2}{M_2} R}{(m_1 + m_2)}$$

$$0,924 = R \left(\frac{3}{8} m_1 + \frac{5}{2} \frac{m_2}{M_2} \right) \frac{1}{m_1 + m_2}$$

$$1,034 = R \left(\frac{3}{8} m_1 + \frac{3m_2}{M_2} \right) \frac{1}{m_1 + m_2}$$

$$C_p = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{1} R + \sqrt{1} R + \frac{5}{2} \sqrt{2} R + \sqrt{2} R}{\sqrt{1} + \sqrt{2}} = 24,94$$

$$C_p = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{1} R + \sqrt{1} R + 3\sqrt{2} R + 3\sqrt{2} R + 2\sqrt{2} R}{\sqrt{1} + 2\sqrt{2}} = 20,79$$

$$\frac{\left(\frac{5}{2} \sqrt{1} + 5\sqrt{2} \right) R}{\sqrt{1} + 2\sqrt{2}} = 20,79$$

$$0,924 = \frac{8,31 \left(\frac{3}{8} m_1 + \frac{5m_2}{M_2} \right)}{m_1 + m_2}$$

$$\frac{\left(\frac{5}{2} \sqrt{1} + \frac{7}{2} \sqrt{2} \right) R}{\sqrt{1} + \sqrt{2}} = 24,94$$

$$m_1 = \frac{m_2}{8}$$

$$m_2 = 8m_1$$

$$0,924 = \frac{8,31 \left(\frac{3}{8} m_1 + \frac{5m_2}{2 \cdot 4 \cdot 32} \right)}{m_1 + 8m_1}$$

$$24,94 (\sqrt{1} + \sqrt{2}) = \left(\frac{5}{2} \sqrt{1} + \frac{7}{2} \sqrt{2} \right) R$$

$$4 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{m_2}{M_2}$$

$$\frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{8}{9}$$

$$0,924 = \frac{8,31 m_1}{4 m_1}$$

$$1,039 = R \left(\frac{3}{8} m_1 + \frac{3m_1}{4} \right) \frac{1}{m_1 + \frac{m_1}{4} M_2}$$

$$1,039 = \frac{8,31 \left(\frac{3}{8} + \frac{3}{4} \right)}{1 + \frac{M_2}{4}} \Rightarrow M_2 = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Ответ: $M_1 = 4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$; $M_2 = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$; $\frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{1}{9}$; $\frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{8}{9}$.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

ФМ-28

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия

КОМИССАРОВА

Имя

АНАСТАСИЯ

Отчество

НИКОЛАЕВНА

Учебное заведение

МБОУ "Гимназия N 7
им. Козина"

Класс

II

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант _____

1	2	3	4	5	Σ
3	25	13	12	11	64

Джон

Задача 5

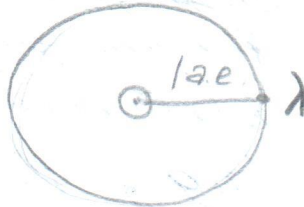
$$T_{\odot} = 10 \cdot 10^9 \text{ лет}$$

$$1 \text{ а.е.} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$\lambda_0 = 1367 \text{ Вт/м}^2$$

$$M_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

$$P = \text{const}$$



λ - сол. пост, т.е. излучение от солнца, доходящее до Земли

(Общ. теор. отню. и ур. т.е.)

$$\frac{\Delta m}{M} - ?$$

$$S = 4\pi R^2$$

$$S = (149,6)^2 \cdot 10^{18} \cdot 4 \cdot 3,14$$

Солн. поток $\cdot S = \text{энерг/сек.}$

$$P = \frac{E}{T} \quad E = PT \quad P = \lambda S \Rightarrow \text{подставив, получим}$$

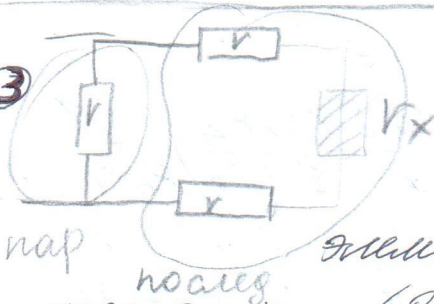
$$\Rightarrow E = \lambda_0 S T = \Delta m c^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{PT}{c^2} = \frac{\lambda S T}{c^2}$$

$$\Delta m = (1367 \cdot (149,6)^2 \cdot 10^{18} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 10^4 \cdot 10^3) / 9 \cdot 10^{16}$$

и это желаемое значение Δm

$$\frac{\Delta m}{M} \approx \frac{1}{1500}$$

(11)



Птак как цепь является бесконечной, мы можем право отбросить часть, оставив повторяющийся элемент, остальное обозначим как R_x .

тогда $R_x = \frac{(2r + R_x)r}{(3r + R_x)}$

Общее сопротивление меняться не будет $R = \text{const!}$

$$R_x(3r + R_x) = 2r^2 + R_x \cdot r$$

Приводим к квадр. уравнению: $R_x^2 + 2R_x \cdot r - 2r^2 = 0$

$$D = 4r^2 + 8r^2 = 12r^2$$

Один из корней не подходит, т.к. имеет отриц. значение

$$\Delta x = 2R_x r - \frac{r(\sqrt{3}-1)}{2R_x^2}$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{2(\sqrt{3}-1)r + R}$$

не найдено сопротивление в этой бесконечной цепи

(13)

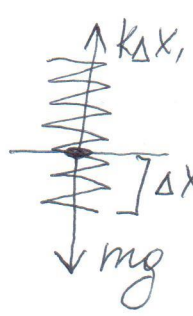


$v = \text{const}$

По 3.С. механике кинетическая энергия спуска груза будет равняться потенциальной энергии пружины, т.е.

$$\frac{k \Delta x^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

неб. вклада от изменения потенциальной энергии груза



При этом у троса уже есть растяжение, которое ему дает (вытесняется под mg)

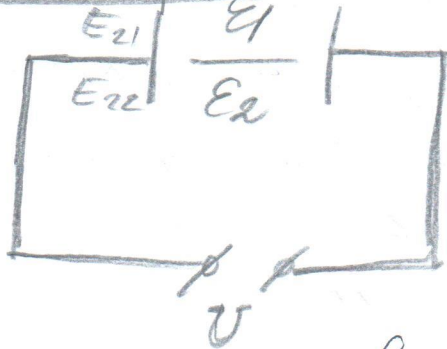
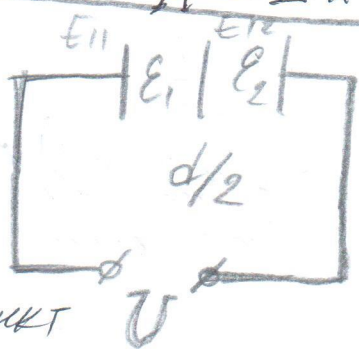
груза Δx_1 . То mg противоположны,

т.е. $k \Delta x_1 = mg$, где $k \Delta x = T$

в таком случае

$A = \Delta x - \Delta x_1 = \sqrt{\frac{mv^2}{2k}} - \frac{mg}{k}$ амплитуда колебаний на эту величину

Задача 4



1) $C = \epsilon \epsilon_0 S$
 $\epsilon_1 \quad \epsilon_2$
 парал.

$C_1 = \epsilon_1 \epsilon_0 \frac{S}{d}$

$C_2 = \epsilon_2 \epsilon_0 \frac{S}{d}$

т.к. парал. соед.

$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) S}$ (парал. соед.)

$C_{общ} = \frac{\epsilon_0 S}{d} \left(\frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \right)$ (с 1-ом случ.)

2) $C_{общ} = C_1 + C_2$

$C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 S}{4d}$ т.к. $S/2$

$C_2 = \epsilon_2 \epsilon_0 \frac{S}{4d}$

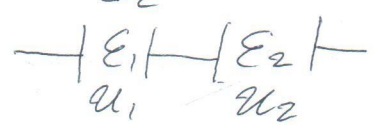
$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{4d} (\epsilon_1 + \epsilon_2)$

$\frac{C_1 общ}{C_2 общ} = \frac{\epsilon_0 S}{d} \left(\frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \right) \cdot \frac{4d}{\epsilon_0 S (\epsilon_1 + \epsilon_2)}$

$\frac{C_1 общ}{C_2 общ} = \frac{\epsilon_0 S (\epsilon_1 \epsilon_2)}{d (\epsilon_1 + \epsilon_2) \epsilon_0 S (\epsilon_1 + \epsilon_2)}$

$\frac{C_1 общ}{C_2 общ} = \frac{4 \epsilon_1 \epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)^2}$

$E = \frac{U}{d \epsilon}$



$U = U_1 + U_2$

$q = \text{const}$

$C_1 U_1 = C_2 U_2$

$U_1 = \frac{C_2 U}{C_1 (1 + \frac{C_2}{C_1})}$

$U_2 = \frac{e}{C_1 + C_2}; E = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 d}$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант _____

зад.

4 продолжение

$$C_{общ} = \frac{C_1 C_2 u}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_0 s u}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) d}$$

$$E_1 = \frac{Q}{\epsilon_1 \epsilon_0 s}; \quad E_2 = \frac{Q}{\epsilon_2 \epsilon_0 s}$$

$$E_{12} = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 s \cdot u}{(\epsilon_1 + \epsilon_2) d}$$

$$\frac{\epsilon_2 \epsilon_0 s u}{\epsilon_1 + \epsilon_2} = \frac{qu}{d}$$

$$q_1 \neq q_2,$$

но $Q = \text{const}$

$$Q_1 = Cu_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon s}{4d} \cdot u$$

$$E_{21} = \frac{\epsilon_0 s u}{4d}$$

$$E_{22} = \frac{\epsilon_0 s u}{4d}$$

$$E_{11}/E_{21} = \boxed{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \cdot 4}$$

$$E_{12}/E_{22} = \boxed{\frac{\epsilon_1 \cdot 4}{\epsilon_1 + \epsilon_2}}$$

(12)

$$C_p 24.94 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \text{ при } t = -20^\circ \text{C} \quad R = 8.315 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

$$C_p 20.79 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \text{ при } t = 5000^\circ \text{C}$$

$$C_v = 0.924 \text{ Дж/(г} \cdot \text{К)} \text{ при } t = -20^\circ \text{C} \quad \text{И либо 3 либо 5, исходя из того}$$

$$C_v = 1.039 \text{ Дж/(г} \cdot \text{К)} \text{ при } t = 5000^\circ \text{C} \quad \text{состоянии или далям.}$$

$$C_p \text{ при смешивании} = \frac{\frac{3}{2} D_1 R + D_1 R + \frac{5}{2} D_2 R + D_2 R}{D_1 + D_2} = 24.94$$

$$C_p \text{ при выдохе} = \frac{\frac{3}{2} D_1 R + D_1 R + \frac{3}{2} \cdot 2 D_2 R + 2 D_2 R}{D_1 + 2 D_2} = 20.79$$

D_1 в 2 раза

$$\frac{(\frac{5}{2} D_1 + \frac{7}{2} D_2) R}{D_1 + D_2} = 24.94$$

$$\frac{(5/2 D_1 + 5 D_2) R}{D_1 + 2 D_2} = 20.79 \quad \text{получаем равенство } D$$

$$5 D_1 + 7 D_2 = 6 D_1 + 6 D_2 \Rightarrow D_1 = D_2$$

$$1.039 = R \left(\frac{3}{8} m_1 + \frac{3}{4} m_2 \right), \text{ где } m_1 \text{ сокращается в процессе вычисления, тогда}$$

$$1.039 = 8.31 \left(\frac{3}{8} + \frac{3}{4} \right)$$

$$\frac{m_1}{M_1} = \frac{m_2}{M_2} \quad M_2 = 32 \text{ г/моль (что соответствует кислороду)}$$

$$0.924 = 8.31 \frac{(\frac{3}{8} m_1 + \frac{5}{2} \cdot 3 m_2)}{m_1 + m_2}$$

$$0.924 = 8.31 \frac{(\frac{5}{8} m_1 + \frac{5}{2} \cdot \frac{m_2}{3})}{m_1 + m_2}$$

$$m_1 = \frac{m_2}{8}$$

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot 8}{8}$$

Масс. доли	$\frac{1}{9}$ и $\frac{8}{9}$
Мольные массы:	4; 32

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

Р11-122

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО Физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

Г А Р И Ф У Л Л И Ч

Имя

К А М И Л Ь

Отчество

З У Ф А Р О В И Ч

Учебное заведение

ОШИ «ИТ-лицей К(П)ФУ»

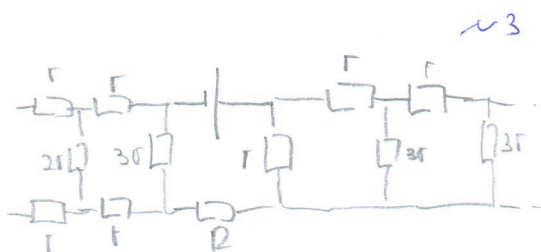
Класс

II

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

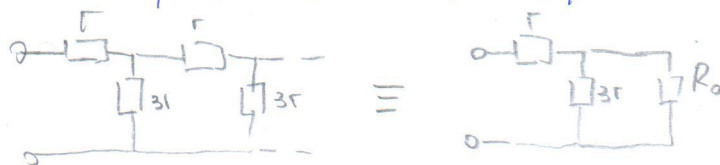
вариант _____



1	2	3	4	5	Σ
0	12	25	15	11	63

Jeeep

1) Сначала рассчитаем общее сопротивление этой цепи.



$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{3r} = \frac{R_0 + 3r}{R_0 \cdot 3r}$$

$$R_x = \frac{3R_0 r}{R_0 + 3r}$$

$$R_0 = r + R_x = \frac{r(R_0 + 3r) + 3R_0 r}{R_0 + 3r}$$

$$R_0^2 + 3R_0 r = R_0 r + 3r^2 + 3R_0 r$$

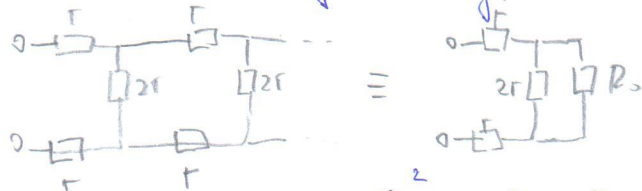
$$R_0^2 - R_0 r - 3r^2 = 0$$

$$D = r^2 + 12r^2 = 13r^2$$

$$R_0 = \frac{r + \sqrt{13}r}{2} = R$$

Второй корень не подходит (он меньше нуля)

2) Рассчитаем ток через амперметр.



$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{2r} = \frac{2r + R_0}{2R_0 r}$$

$$R_x = \frac{2R_0 r}{2r + R_0}$$

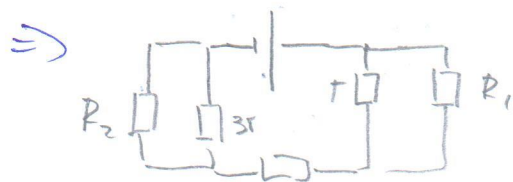
$$R_0 = 2r + R_x = \frac{4r^2 + 2R_0 r + 2R_0 r}{2r + R_0}$$

$$\Rightarrow R_0^2 = 4r^2 + 2R_0 r$$

$$R_0^2 - 2R_0 r - 4r^2 = 0$$

$$D = 4r^2 + 16r^2 = 20r^2$$

$$R_0 = \frac{2r + 2\sqrt{5}r}{2} = r(1 + \sqrt{5}) = R_2$$



$$\frac{1}{R^*} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{3r} \Rightarrow R^* = \frac{R_2 \cdot 3r}{R_2 + 3r}$$

$$\frac{1}{R^{**}} = \frac{1}{r} + \frac{1}{R_1}$$

$$\Rightarrow R^{**} = \frac{R_1 r}{R_1 + r}$$

По закону Ома: $U = I(R + R^* + R^{**})$

$$R + R^* + R^{**} = R + \frac{3r \cdot r(1 + \sqrt{5})}{r(1 + \sqrt{5}) + 3r} + \frac{\frac{r + \sqrt{5}r}{2} \cdot r}{\frac{r + \sqrt{5}r}{2} + r} = R + \frac{9,7r^2}{6,236r} + \frac{2,3027r^2}{3,3027r} = R + 2,254r$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R + 2,254r}$$

$$\text{Ответ: } I = \frac{U}{R + 2,254r}$$

(25)

$$\cos \alpha' = \frac{\cos \alpha - \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c} \cos \alpha}$$

и 5

при $v \rightarrow 0$

$$\cos \alpha' = \frac{\cos \alpha - \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c} \cos \alpha} = \frac{\cos \alpha - 1}{1 - \cos \alpha} = -1$$

$$\Rightarrow \alpha' = 180^\circ$$

$\Rightarrow$ Направление углубит, то это они уже направлены (заг)

$$2) \alpha' = 90^\circ \Rightarrow \cos \alpha' = 0 \Rightarrow \cos \alpha - \frac{v}{c} = 0 \quad \cos \alpha = \frac{v}{c} \quad \alpha = \arccos \frac{v}{c}$$

$$\alpha_1 = \arccos \frac{\frac{c}{2}}{c} = \arccos \frac{1}{2} = 60^\circ$$

$$\alpha_2 = \arccos \frac{\frac{\sqrt{3}c}{20}}{c} = 30^\circ$$

Ответ: $60^\circ, 30^\circ$

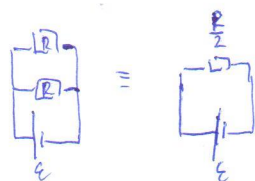
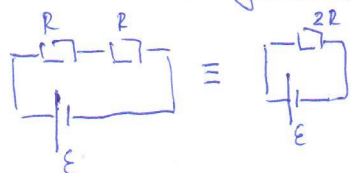
(11)

Дано: $I_2 = 4,5 \text{ A}$; $I_{kl} = 5 \text{ A}$; $t_1 = 20^\circ \text{C}$; $t_2 = 170^\circ \text{C}$

Найти: t ?; I ?

Решение: По условию

$$R = R_0 + \alpha t$$



$$\begin{aligned} \Rightarrow \begin{cases} \frac{E}{2} = I_1(R_0 + \alpha t_1) \\ \frac{E}{2} = I_2(R_0 + \alpha t_2) \\ E = I(R_0 + \alpha t) \end{cases} & \Rightarrow \begin{cases} I_1(R_0 + \alpha t_1) = I_2(R_0 + \alpha t_2) \quad (1) \\ 2I_2(R_0 + \alpha t_2) = I(R_0 + \alpha t) \quad (2) \end{cases} \end{aligned}$$

Почему появляется установившееся значение тока? По закону сохранения, $Q = I^2 R = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R \uparrow \rightarrow Q \downarrow$
 $\Rightarrow$ при $t = t_{\text{огр}}$ все тепло, выделяемое резистором, уходит на нагрев окружающей среды, а не на нагрев резистора
 $\Rightarrow t$ становится const.

Из теории известно, что тепло выделяемое в окр. среде равно:

$$Q = (t - t_0)k$$

$$\Rightarrow \frac{U^2}{R} = (t - t_0)k \Rightarrow \frac{(\frac{E}{2})^2}{R_0 + \alpha t_2} = \frac{E^2}{R_0 + \alpha t_1} \quad \text{установившееся состояние для паралл. и послед. резист.$$

$$\Rightarrow \frac{4(R_0 + \alpha t_2)}{R_0 + \alpha t_1} = 1 \quad (3) \Rightarrow (3) \rightarrow (2) \quad 2I_2(R_0 + \alpha t_2) = I(4(R_0 + \alpha t_2))$$

$$2I_2 = 4I \quad \boxed{I = \frac{I_2}{2} = 2,25 \text{ A}}$$

$$(1): 5R_0 + 5\alpha t_1 = 4,5R_0 + 4,5\alpha t_2 \Rightarrow R_0 = 9\alpha t_2 - 10\alpha t_1$$

$$(2): 2I_2(R_0 + \alpha t_2) = I(R_0 + \alpha t) \Rightarrow 9(9\alpha t_2 - 10\alpha t_1 + \alpha t_2) = I(9\alpha t_2 - 10\alpha t_1 + \alpha t)$$

$$9(10t_2 - 10t_1) = I(9t_2 - 10t_1 + t) \Rightarrow 90(t_2 - t_1) = 2,25(9t_2 - 10t_1 + t)$$

$$\frac{170^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}}$$

$$\Rightarrow 9t_2 - 10t_1 + t = 6000$$

$$\Rightarrow \text{паралл. согр.: } \frac{E^2}{R_0 + \alpha t} = (t - t_1) \quad \text{послед. согр.: } \frac{E^2}{4(R_0 + \alpha t_2)} = (t_2 - t_1)$$

$$(R_0 + \alpha t)(t - t_1) = 4(R_0 + \alpha t_2)(t_2 - t_1) \Rightarrow \frac{E}{I}(t - t_1) = \frac{E}{2I_2}(t_2 - t_1)$$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант _____

$$(1): I_1 R_0 + 2I_1 t_1 = I_2 R_0 + 2I_2 t_2$$

$$5R_0 + 52t_1 = 4,5R_0 + 4,52t_2 \Rightarrow R_0 = 92t_2 - 102t_1 \quad R_0 = 2(9t_2 - 10t_1)$$

$$\Rightarrow (92t_2 - 102t_1 + 2t_1)(t_1 - t_2) = 4(t_2 - t_1)(92t_2 + 2t_2 - 102t_1) = 40(t_2 - t_1)^2$$

$$(9t_2 - 10t_1 + t_1)(t_1 - t_2) = 40(t_2 - t_1)^2 \quad (1330 + t)(t - 20) = 40 \cdot 150^2 = 900000$$

$$1330t - 26600 + t^2 - 20t = 900000$$

$$t^2 + 1310t - 926600 = 0 \quad D = 17116100 + 4 \cdot 926600 = 2328^2 \quad t = \frac{-1310 + 2328}{2} = 509^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \frac{t_1 - t_2}{I} = \frac{t_2 - t_1}{2I_2} \Rightarrow I = \frac{(t_1 - t_2) \cdot 150^\circ\text{C}}{2 \cdot 4,5\text{A}}$$

$$(2): 2I_2(R_0 + 2t_2) = I(R_0 + 2t) \quad 2I_2(92t_2 - 102t_1 + 2t_2) = I(92t_2 - 102t_1 + 2t)$$

$$\Rightarrow I = 7,3\text{A} \quad \text{Ответ: } t = 509^\circ\text{C}, 7,3\text{A}$$

~ 2

(15)

$$u_1 = \frac{\pi}{2} \nu R \sqrt{\eta}$$

$$u_2 = \frac{\pi}{2} (1 - \eta) \nu R \sqrt{\eta}$$

$$\Delta u = \frac{\pi}{2} \nu \eta R \sqrt{\eta} = k$$

$$k = \frac{m \nu^2}{2} = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mk} = \sqrt{5 \nu \eta R T m}$$

$$F = ma = m \frac{dv}{dt} \Rightarrow F \Delta t = \Delta p \quad F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{\sqrt{5 \nu \eta R T m}}{\Delta t} = \frac{\sqrt{5 \nu \eta R T m}}{\Delta t}$$

$$F = \frac{\sqrt{5 \nu \eta R T m}}{\Delta t}$$

(12)

$$\text{из кинем.: } v_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow \text{высота волны} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$\text{длина: } 2v_0 \cdot t_1$$

По условию не даны ни значения ни начальной скорости (не сложив исполь-
зовать закон сохранения импульса), ни направление скорости

+ По условию дано: $L, T, t_1 \Rightarrow$ Попробовать величину с размерностью [м]
из секунд и радиан невозможно. У задачи нет решения (по крайней мере с таким условием) (10)

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	Ф11-36
(заполняется оргкомитетом)	

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО физике
(наименование дисциплины)

Фамилия

Л	И	Ф	А	Н	Т	Ь	Е	В								
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя

Д	А	Н	И	Л												
---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество

А	Л	Е	К	С	А	Н	Д	Р	О	В	И	Ч				
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--

Учебное заведение гимназия №102

Класс 11

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

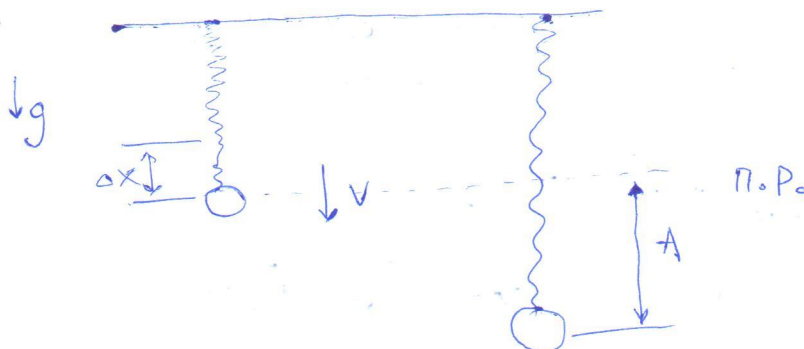
по «физике»», 11 класс,

вариант _____

1	2	3	4	5	Σ
10	2	25	14	9	60

Лев

1.



1) Н.к. изначально
 барабан растягивают
 равномерно, то пружина
 растянута на Δx .
 по 23Н: $mg = k\Delta x$
 A - амплитуда колебаний.

2) по 3СЭ: $\frac{mv^2}{2} + \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{k}{2} (\Delta x + A)^2 - mgA$ +

$$mv^2 + k\Delta x^2 = k\Delta x^2 + 2k\Delta xA + kA^2 - 2mgA$$

$$\Delta x = \frac{mg}{k}$$

$$mv^2 = 2mgA + kA^2 - 2mgA$$

$$mv^2 = kA^2$$

$$A = v\sqrt{\frac{m}{k}}$$

3) Тогда максимальное растяжение $L = \Delta x + A = \frac{mg}{k} + v\sqrt{\frac{m}{k}}$

Максимальное натяжение $T = k \cdot L = mg + v\sqrt{mk}$

Ответ: $T = mg + v\sqrt{mk}$

$$A = v\sqrt{\frac{m}{k}} ; L = \frac{mg}{k} + v\sqrt{\frac{m}{k}}$$

(максимальное растяжение больше амплитуды колеб.
 на $\frac{mg}{k}$)

10

2) Н.к. цепочка $X \rightarrow Y$ бесконечной, то
сопротивления ~~R_1~~ ~~R_2~~ и без
учёта одного звена не
изменяется.

$$x^2 + 2cx - 2c^2 = 0 \quad ; \quad x = (\sqrt{3} - 1)c$$

$$y = \frac{(\sqrt{5}-1)}{2} \cdot x$$

4.) Hops no 3. Oma! $f = \frac{0}{R+x+y} =$

$$= \frac{0}{R + \sqrt{3}Z + \frac{\sqrt{5}}{2}Z - 1,5Z}$$

$$X+Y \approx 1,35 \text{ €} \Rightarrow J = \frac{0}{R+1,35 \text{ €}}$$

Ans: $I = \frac{V}{R + 1,35 \Omega}$

25

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

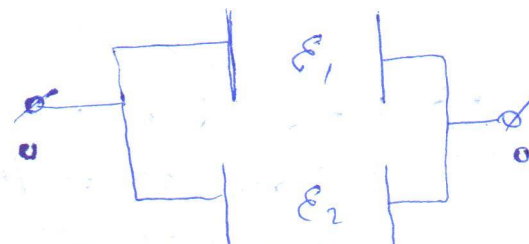
по « физике », 11 класс,

вариант _____

4.



первая система



вторая система

- 1.) Площадь пластин S , расстояние между обкладками d

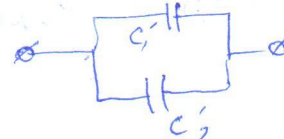


$$C_1 = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}; C_2 = \frac{\epsilon_2 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)} \cdot \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d}$$

- 2.) Площадь пластин $S/2$; раст. между обкл. $2d$



$$C_1' = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{4d}$$

$$C_2' = \frac{\epsilon_2 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{4d}$$

$$C' = C_1' + C_2' = \frac{(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{4} \cdot \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d}$$

3.) $\frac{C_0}{C'} = \frac{4 \epsilon_1 \cdot \epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)^2}$

4.) $E_{\epsilon_1}^0 = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \cdot \frac{U}{d}$

т.к. $q = CU$; $E = \frac{q}{2\epsilon \cdot \epsilon_0 S}$

$$E_{\epsilon_1}' = \frac{U}{4d}; E_{\epsilon_2}^0 = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \cdot \frac{U}{d}; E_{\epsilon_2}' = \frac{U}{4d}$$

$$\frac{E_{\epsilon_1}^0}{E_{\epsilon_1}'} = \frac{4 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}; \frac{E_{\epsilon_2}^0}{E_{\epsilon_2}'} = \frac{4 \epsilon_1}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$$

где $E_{\epsilon_1}^0$ - напряженность в среде ϵ_1 в первой системе
 E_{ϵ_1}' - напряженность в среде ϵ_1 во второй системе,
аналогично для $E_{\epsilon_2}^0$ и E_{ϵ_2}' .

Ответ: $\frac{C_0}{C'} = \frac{4\epsilon_1\epsilon_2}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)^2}$; $\frac{E_{E_1}}{E'_{E_1}} = \frac{4\epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$;

$\frac{E_{E_2}}{E'_{E_2}} = \frac{4\epsilon_1}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$

5. $T_0 = 10^9 \text{ лет} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^9 \text{ с}$
 $\lambda_0 = 1367 \text{ Вт/м}^2$ ($R = 149,6 \cdot 10^6 \text{ м}$) ; $\lambda_0 = \text{const}$
 $M_0 = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

1. $P = \lambda_0 \cdot S = \lambda_0 \cdot 4\pi R^2$ (поверхность полная)

2. по 3CЭ: $\int_0^{T_0} dM c^2 = P \cdot \Delta t$; $M c^2 = \lambda_0 \cdot T_0 \cdot 4\pi R^2$
 $M = \frac{\lambda_0 \cdot T_0 \cdot 4\pi R^2}{c^2}$

$M = \frac{1367 \text{ Вт/м}^2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot \pi \cdot (149,6 \cdot 10^6 \text{ м})^2}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} \approx$

$\approx 1,35 \cdot 10^{18} \text{ кг}$ (абсолютная потеря массы)
отличие ровно на 9 порядков

Ответ: $M = 1,35 \cdot 10^{18} \text{ кг}$
 $\frac{\Delta M}{M_0} = ?$

2. 1. по ур-ию Менделеева - Клапейрона.

$\begin{cases} p_x \cdot V_1 = \frac{M_x}{m_x} R \cdot t_1 \\ p_y \cdot V_1 = \frac{M_y}{m_y} R \cdot t_1 \end{cases}$; $t_1 = 20^\circ \text{C}$ (начальная т.)
 $t_2 = 500^\circ \text{C}$
 p_x - давление газа 1
 p_y - давление газа 2

2. $Q = c_p \cdot V \cdot \Delta T$ (где c_p - удельная теплоемкость)
 $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ (где c - удельная теплоемкость)
 X - принадлежность вещества к 1-ому газу
 Y - ко 2-ому газу.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

Ф11-120

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО ФИЗИКЕ

(наименование дисциплины)

Фамилия

ХАМИДУЛЛИН

Имя

ЗУЛЬФАТ

Отчество

ФАЯЗОВИЧ

Учебное заведение

ИТ-лицей КФУ

Класс

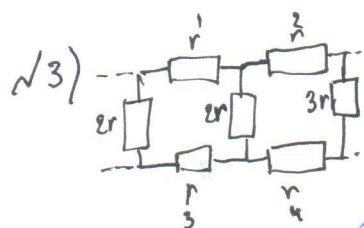
11

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

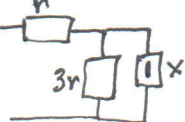
вариант _____

1	2	3	4	5	Σ
5	25	15	4	15	64
	21				60

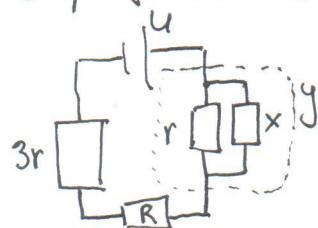


√3) $r_1 \cdot r_4 = r_2 \cdot r_3 \Rightarrow$ в левой части находится сбалансированный мостик $\Rightarrow$ ток через $2r$ не течет $\Rightarrow$ в левой части остаются две незамкнутые линии $\Rightarrow$ в левую бесконечную цепь ток не идет;

Пусть сопротивление правого беск. участка x , тогда и сопротивление участка 1 в рисунке так же $x \Rightarrow x = r + \frac{3rx}{3r+x} \Rightarrow x = \frac{r \pm \sqrt{13}r}{2}$



Отрицательное сопротивление не подходит $\Rightarrow x = \frac{r(1+\sqrt{13})}{2}$
Сопротивл. участка $y = \frac{rx}{r+x} = \frac{1+\sqrt{13}}{3+\sqrt{13}} r$



Общее сопроп. цепи: $R_{\text{общ}} = 3r + \frac{1+\sqrt{13}}{3+\sqrt{13}} r + R = \frac{10+4\sqrt{13}}{3+\sqrt{13}} r + R \approx 3,7r + R$
 $I = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{3,7r + R}$

√5) Так как отраженный видет лучи как перпендикулярные, то $\cos \alpha' = 0$
значит $\cos \alpha - \frac{v}{c} = 0$; $\cos \alpha = \frac{v}{c}$; $\alpha = \arccos \frac{v}{c}$
при $v = \frac{c}{2}$; $\alpha = 60^\circ$

при $v = \frac{\sqrt{3}c}{2}$; $\alpha = 30^\circ$

При $v \rightarrow c$, $\frac{\cos \alpha - \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c} \cos \alpha}$ данное выражение будет стремиться к -1 при $\alpha \neq 0^\circ$

α' будет стремиться к 180° , т.е. при приближении к скорости света всё их поле зрения, кроме точки, к которой они движутся, и точки, от которой они движутся, будет постепенно сжиматься к точке, от которой они движутся.

√2) $PV = \sqrt{RT} \Rightarrow P = \frac{\sqrt{RT}}{V}$; $P = \frac{1}{3} m_0 n v^2 = \frac{m_0 N v^2}{3V}$; $\sqrt{RT} = \frac{m_0 N v^2}{3}$; $\frac{RT}{N_A} = \frac{m_0 v^2}{3}$
 $m_0 = \frac{M}{N_A}$; $RT = \frac{M v^2}{3} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$; $m_0 v = \frac{M}{N_A} \cdot \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ — изменение импульса (Δp)

давления после вылета одной молекулы; $F = \frac{\Delta p'}{\Delta t}$

21

$$4) R = R_0 + kt; U = IR; I_1 R_1 = I_2 R_2; I_1 (R_0 + kt_1) = I_2 (R_0 + kt_2);$$

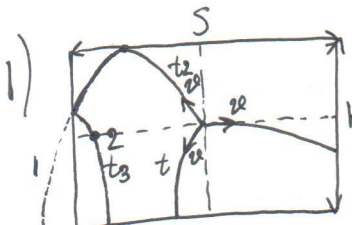
$$I_1 R_0 + I_1 kt_1 = I_2 R_0 + I_2 kt_2; R_0 (I_1 - I_2) = k(I_2 t_2 - I_1 t_1); R_0 = \frac{I_2 t_2 - I_1 t_1}{I_1 - I_2} k = 1330k$$

$$R = k(1330 + t); P_{\text{прим}} = I_2^2 \cdot 2R_2 = \frac{U^2 \cdot 2R_2}{R_2^2} = \frac{2U^2}{R_2} = \frac{2U^2}{k(1330 + t_2)} = \frac{U^2}{750k} \quad (4)$$

Параллельное подключение:

$$5) R_{\text{ос}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R}{2} = \frac{k(1330 + t)}{2}; P_{\text{прим}} = \frac{U^2 \cdot 2}{k(1330 + t)} = \frac{U^2}{750k}; \frac{2}{1330 + t} = \frac{1}{750}$$

$$t = 170^\circ\text{C}; I = 4,5\text{A}$$

1)  Так как удары от стен упругие, если ~~обломок~~, ~~и~~ кинувшийся початок, ударится об стенку, то путь 2 он пройдет за то же время, что путь 1; $\alpha + \beta = 60^\circ$

$$\frac{H}{2} = v \sin \alpha + \frac{g t^2}{2}; \frac{H}{2} = v \sin \beta - \frac{g t_2^2}{2}; \frac{H}{2} = v \sin \beta + \frac{g t_3^2}{2}; t_3 + 2t_2 - t = \tau$$

$$\frac{S}{2} = v t_1; \quad (5)$$