Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

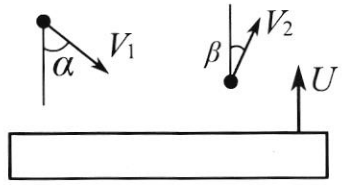
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 18 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{3}{5}\right)$ с вертикалью.



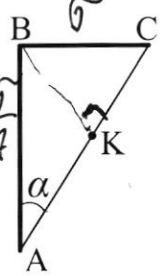
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 320 К, а криптона T_2 = 400 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов аргона и криптона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

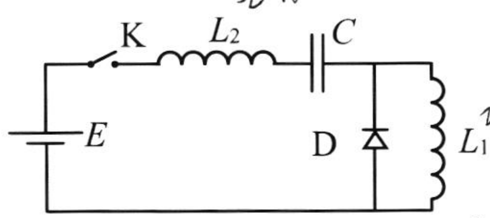
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

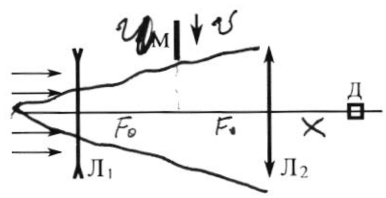
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.

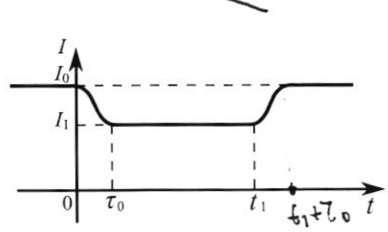


1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

рассеив!

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $\boxed{-2F_0}$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии F_0 от $Л_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$



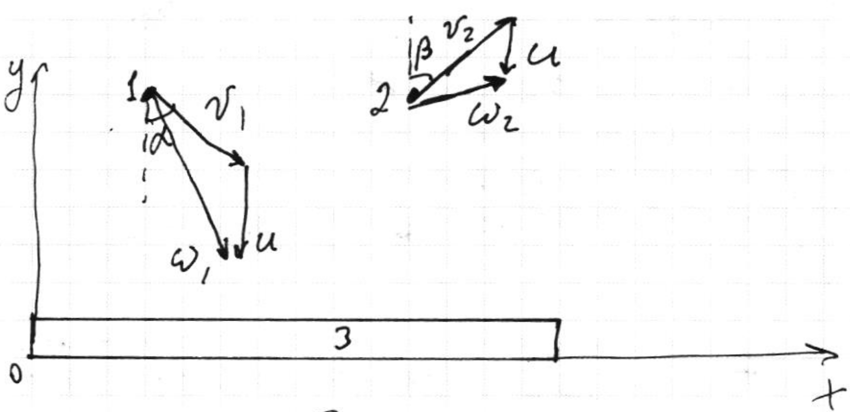


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



На рисунке выше изображены:

№1 - шарик до соударения в СО плиты.

№2 - шарик после соударения в СО плиты.

№3 - плита в СО плиты.

Перейдём в СО(инерциальную) плиты, её скорость равна 0, ; т.к ударная сила на шарик действует только вдоль оси OY, трения нет => импульс шарика ~~...~~ в проекции на ось OX сохраняется.

ЗСИ: $m\omega_{1x} = m\omega_{2x} \Rightarrow m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$.

$$\boxed{v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = 20 \text{ м/с.}}$$

m - масса шарика

ω_1 - скорость в СО плиты до соударения

ω_2 - скорость в СО плиты после соударения

Очевидно что ω_{2y} (проекция скорости ω_2 на ось Oy) принадлежит следующим значениям $\omega_{2y} \in [0; \omega_{1y}]$

№1 $\omega_{2y} > 0$; т.к. шарик не может пролететь сквозь плиту

$\omega_{2y} < \omega_{1y}$; т.к. $\omega_{2y} = \omega_{1y}$ при упругом ударе; $\omega_{2y} = v_2 \cos\beta - u$

$$\begin{cases} \omega_{2y} = v_2 \cos\beta - u > 0 \\ v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \\ \omega_{2y} = v_2 \cos\beta - u < v_1 \cos\alpha + u \end{cases}$$

$$\begin{cases} u < v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \cos\beta = 20 \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5} \cdot 20 = 16 \text{ м/с} \\ 2u > v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \cos\beta - v_1 \cos\alpha \\ u > \frac{v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \cos\beta - v_1 \cos\alpha}{2} = \end{cases}$$

$$\cancel{u} = \frac{20 \cdot \frac{4}{5} - 18 \cdot \sqrt{1 - \frac{4}{9}}}{2} = \frac{16 - 6\sqrt{5}}{2} = (8 - 3\sqrt{5}) \text{ м/с}$$

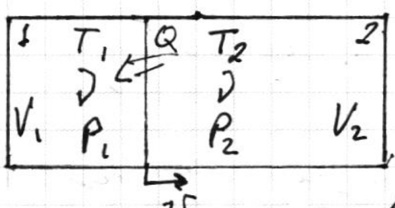
Ответ: $v_2 = 20$ м/с; $u \in (8 - 3\sqrt{5}; 16)$ м/с

№2 Уравнение состояния газа $(PV = \nu RT)$

далее:

Аргон - газ 1.

Криптон - газ 2.



т.к. поршень скользит без трения,

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow \boxed{\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{320K}{400K} = 0{,}8}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2) по условию сосуд теплоизолирован. I начало термодинамики:

$$\boxed{dU + dA = Q}$$

Значит вся теплота, которую Криптон передал Аргону пошла на изменение внутренней энергии + работу над Аргоном.

пусть кол-во теплоты — Q, работа поршня в процессе — A.

$$\begin{cases} +Q = \Delta U_1 + A \\ -Q = \Delta U_2 - A \end{cases} \Rightarrow 0 = \Delta U_1 + \Delta U_2$$

$$U = \frac{i}{2}\nu RT \Rightarrow 0 = \frac{i}{2}\nu R(T - T_1 + T - T_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2T - T_1 - T_2 = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{T_1 + T_2}{2} = T} \quad T = 360K.$$

T - конечная температура.

пусть x - длина ~~...~~ отсека с Аргоном

l — длина цилиндра.

T_1' - температура Аргона

T_2' - температура Криптона.

~~...~~ Рассмотрим систему в произвольный момент времени.

$P_1 = P_2$

$$\frac{\nu R T_1'}{xS} = \frac{\nu R T_2'}{(l-x)S} \Rightarrow \frac{T_1'}{x} = \frac{T_2'}{l-x} \Rightarrow T_2' = \frac{l-x}{x}T_1'$$

$$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0 \Rightarrow \frac{i}{2}\nu R(T_1' - T_1) + \frac{i}{2}\nu R(T_2' - T_2) = 0.$$

$$\left\{\begin{array}{l} T_1' + T_2' = T_1 + T_2 = const. \\ T_2' = \frac{l-x}{x} T_1' = T_1 + T_2 - T_1' \end{array}\right.$$

$\sqrt{i^2}$ Значит

$$\frac{l}{x} T_1' = T_1 + T_2$$

$$T_1' = (T_1 + T_2)\frac{x}{l}.$$

$$\boxed{P_1 = \frac{\nu R T_1'}{xS} = \frac{\nu R (T_1 + T_2)}{Sl} = const}$$

значит процесс — ~~адиабат~~ изобарный.

I начало термодинамики (в конце процесса поршень будет располагаться на середине цилиндра)

$$Q = A + \Delta U = A + \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T)$$

пусть $kl = x_0$ (в начале процесса)

$$\frac{klS}{(l-k)lS} = 0{,}8 \quad | \Rightarrow 5k = 4 - 4k \quad | \Rightarrow \boxed{k = \frac{4}{9}}$$

$\cancel{Q = \frac{i}{2}\nu R}$ $A = P_1 Sl\left(\frac{1}{2} - \frac{4}{9}\right) = \frac{P_1 Sl}{18} =$

$\boxed{i = 3}$ $= \frac{Sl}{18} \cdot \frac{\nu R(T_1 + T_2)}{Sl} = \frac{\nu R(T_1 + T_2)}{18}$

$$Q = \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T) + \frac{\nu R}{18}(T_1 + T_2) = \nu R\left(\frac{3}{2} \cdot \frac{T_2 - T_1}{2} + \frac{T_1 + T_2}{18}\right) =$$

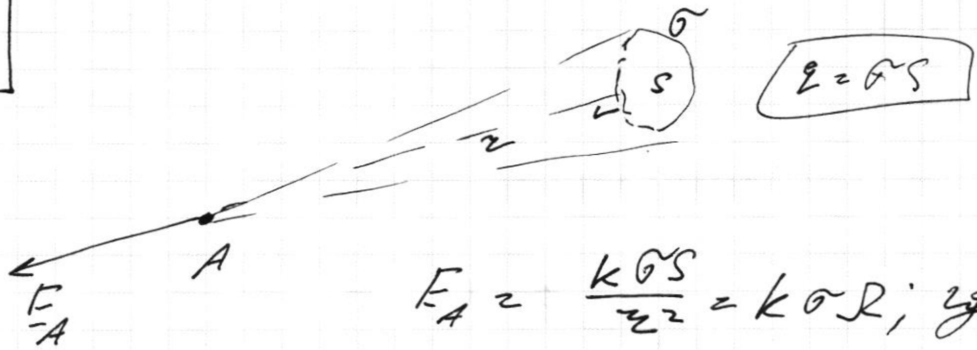
$$= \nu R\left(\frac{3}{2} \cdot 40 + 40\right) = 100\nu R = \cancel{\frac{3}{5} \cdot 70 \cdot 8{,}31\text{ Дж}} =$$

$\cancel{= (42 \cdot 8{,}31)\text{ Дж} = 349{,}02\text{ Дж}}$ $Q = 498{,}6$ Дж

Ответ: $\frac{V_{ApZ}}{V_{Kpu}} = 0{,}8$; $\cancel{Q = 349{,}02\text{ Дж}}$ $Q = 498{,}6$ Дж.

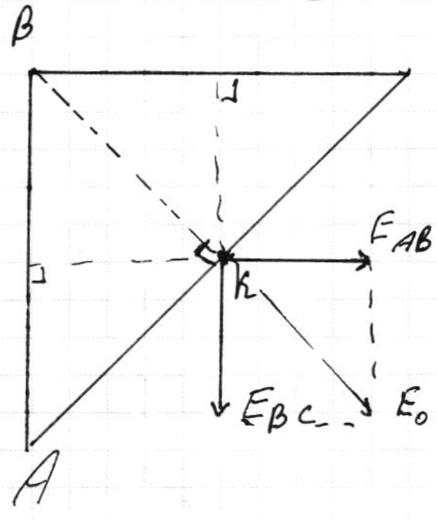
☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№ 3



$E_A = \frac{k\sigma S}{r^2} = k\sigma\Omega$; где Ω – телесный угол, под которым видна поверхность S из точки A.

Таким образом ~~...~~ $\boxed{E_A = k\sigma\Omega}$



~~Очевидно, что ввиду симметрии~~ E_{AB}; E_{BC} – напряжённости поля, создаваемые ~~...~~ пластинами AB и BC соответственно.

Ввиду симметрии $E_{AB} \perp AB$; $E_{BC} \perp BC$

угол Ω, под которым видны пластинки AB и BC равен $\Omega = \frac{4\pi}{4} = \pi$ ~~...~~ и одинаков для обеих пластин.

Значит $E_{AB} = E_{BC} = \pi k\sigma$; где σ – поверхностная плотность заряда.

$\vec{E_0} = \vec{E_{BC}} + \vec{E_{AB}} \Rightarrow |\vec{E_0}| = \sqrt{2}\,E_{BC} \Rightarrow$ $\boxed{\text{в } \sqrt{2} \text{ раз}}$

все ~~векторы~~ напряжённости лежат в плоскости рисунка из-за симметрии.

☐ черновик ☑ чистовик Страница №5

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

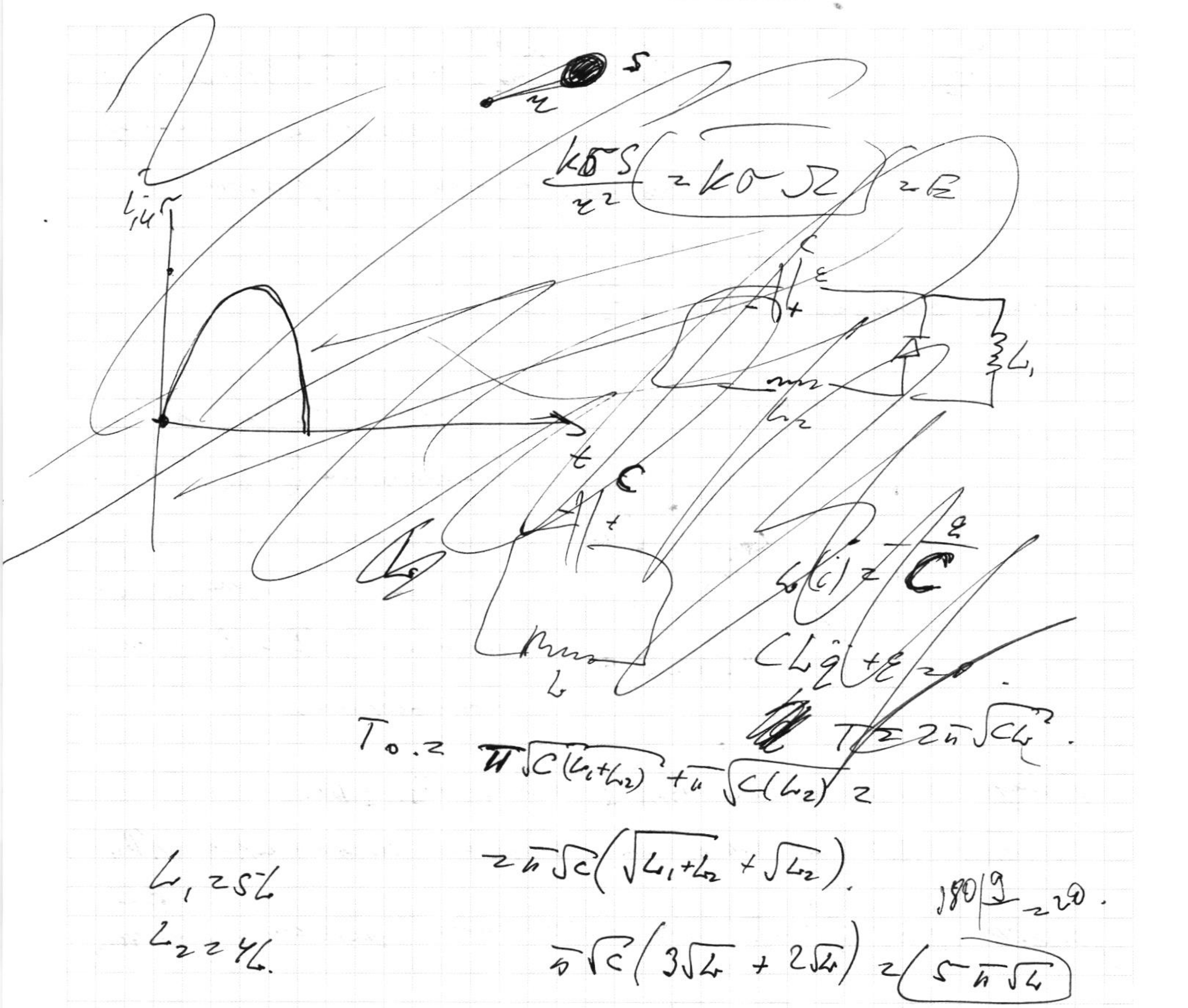
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$T_0 = \pi\sqrt{C(L_1+L_2)} + \pi\sqrt{C(L_2)} =$

$L_1 = 5L$ $\quad = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right).$

$L_2 = 4L.$ $\quad \pi\sqrt{C}\left(3\sqrt{L} + 2\sqrt{L}\right) = 5\pi\sqrt{L}$

$180 / 9 = 20.$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{(L_1+L_2)\,i_1^2}{2} = \sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}\,\mathcal{E} = i_1$$

☑ черновик ☐ чистовик

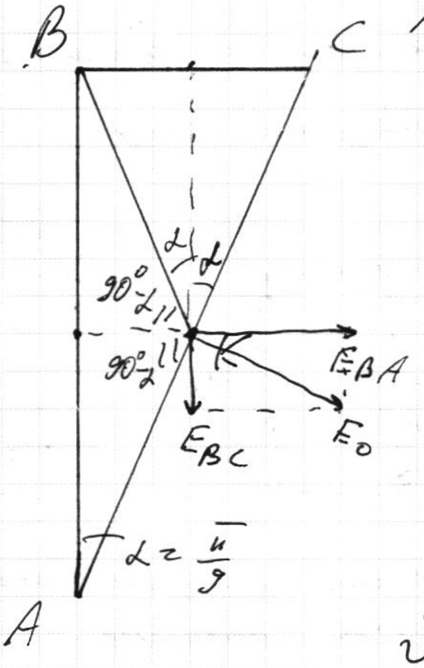
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



Теперь $\alpha = \frac{\pi}{9}$

$$\Omega_{BC} = \frac{4\pi}{\left(\frac{2\pi}{2\alpha}\right)} = \frac{4\pi}{9}$$

$$\Omega_{AB} = \frac{2\pi}{\left(\frac{2\pi}{\frac{7}{9}\pi}\right)} = \frac{14\pi}{9}.$$

$$E_{BC} = k\sigma_{BC}\Omega_{BC} = \frac{4}{9}k\sigma\pi$$

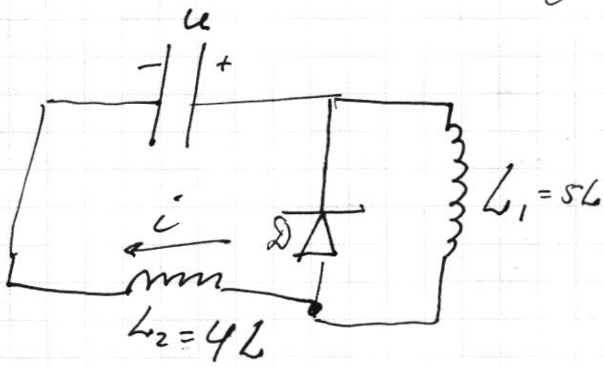
$$E_{AB} = k\sigma_{BA}\Omega_{BA} = \frac{14}{9}\pi k \cdot \frac{2}{7}\sigma = \frac{4}{9}k\sigma\pi$$

$$\vec{E_0} = \vec{E_{BC}} + \vec{E_{AB}} \Rightarrow |\vec{E_0}| = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \frac{4\sqrt{2}}{9}k\pi\sigma.$$

Ответ: в $\sqrt{2}$ раз; $E_0 = \frac{4\sqrt{2}}{9}k\pi\sigma$

$\cancel{2\left(\frac{T}{4}-\frac{2\pi}{9}\right)=\frac{7}{9\pi}}$

№ 4 В схеме ~~последовательное~~ последовательное соединение ЭДС и конденсатора заменим на эквивалентный конденсатор с ёмкостью C и зарядом $+\varepsilon$. Получим след. схему



$\boxed{u_0 = \varepsilon}$

$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{1}{cL}}}$

Выберем за положительное направление тока i направление показанное на рисунке.

1) если $i > 0$; значит диод D закрыт, ток течёт через 2-е катушки индуктивности (L_1; L_2)

2) если $i < 0$; значит диод D открыт, ток течёт через L_2; $D^{\times}$ через L_1 не течёт.

Таким образом ~~колебания~~ колебания состоит из двух частей

1) $L_0 = L_1 + L_2$ $\quad$ L_0 - эквивалентная индукция цепи.

2) $L_0 = L_2$ $\quad$ переход между частями происходит при $i = 0$.

Закон Кирхгофа:

$$L\frac{di}{dt} = -\frac{Uc}{C} = \left(-\frac{q}{C} = L\ddot{q}\right)$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 $\quad \frac{q}{CL} + \ddot{q} = 0$ $\Rightarrow$ это канонический вид уравнения колебаний с круговой частотой $\omega^2 = \frac{1}{CL}$

~~$T_0 = T_1 + T_2 = \pi\omega_1 + \pi\omega_2 = \pi($~~

$$T_0 = T_1 + T_2 = \frac{\pi}{\omega_1} + \frac{\pi}{\omega_2} = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_2} + \sqrt{(L_1+L_2)}\right)$$

где T_0 – общий период колебаний

ω_1 – частота в первой части

ω_2 – частота во второй части.

$$\boxed{T_0 = \pi\sqrt{C}\left(2\sqrt{L} + 3\sqrt{L}\right) = 5\pi\sqrt{CL}.}$$

максимальное напряжение $U_{max} = \mathcal{E}$; достигается при $i = 0$ $\Rightarrow$ ЗСЭ: $\frac{Cu^2}{2} + \frac{L_0 i^2}{2} = const$

~~U_{max} достигается~~ $i \to max$ при $U = 0$.

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_0 i_{max}^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{C}{L_0}}\mathcal{E} = i_{max}$$

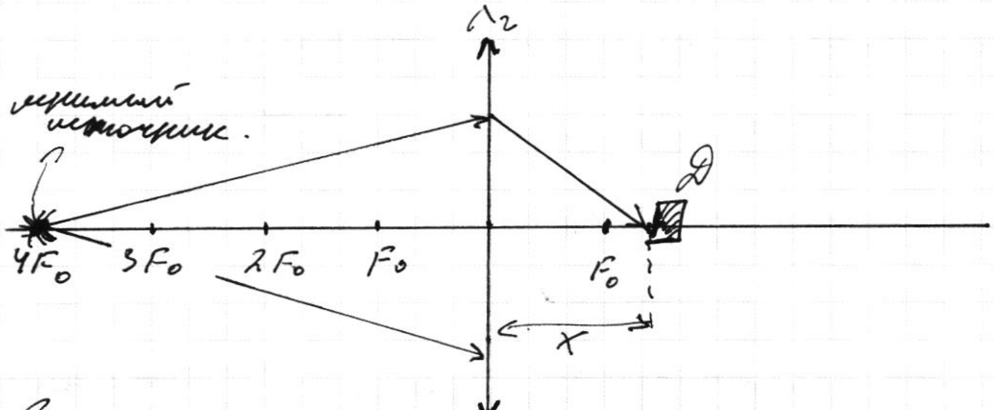
$$\boxed{I_{01} = \sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}\mathcal{E} \;;\; I_{02} = max\left(\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}\mathcal{E}; \sqrt{\frac{C}{L_2}}\mathcal{E}\right) = \sqrt{\frac{C}{L_2}}\mathcal{E}}$$

Ответ: $I_{01} = \sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}\mathcal{E} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}\mathcal{E}$; $I_{02} = \sqrt{\frac{C}{L_2}}\mathcal{E} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}\mathcal{E}$; $T_0 = 5\pi\sqrt{CL}$.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

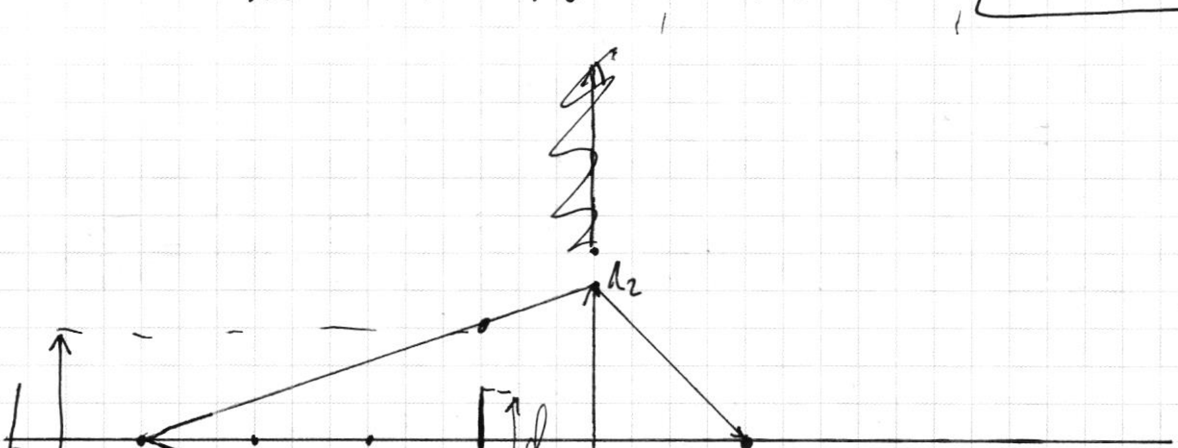
б№5 Параллельный пучок при прохождении через рассеивающую линзу $Л_1$. фокусируется на расстоянии $F(Л_1) = 2F_0$ слева от линзы $Л_1$ => мнимое изображение создаёт справа от $Л_1$ такой-же ход лучей, как и ~~пучок~~ прошедший через $Л_1$ пучок.
Значит линзу $Л_1$ и пучок можно заменить изображением слева от $Л_1$, и ход лучей справа от $Л_1$ не изменится.

Схема:



Запишем формулу тонкой линзы.

$$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_0} \quad \Big| \quad \frac{3}{4F_0} = \frac{1}{x} \quad \Big| \quad \boxed{x = \frac{4F_0}{3}}$$



☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№5 | Пусть h – максимальное расстояние между лучами от лунного источника на расстоянии F_0 слева от $Л_2$. Из подобия треугольников $h = \frac{3}{4}D$. Пусть d – диаметр мишени M.

очевидно, что $\frac{S_h - S_d}{S_h} = \frac{P_1}{P_0} = \frac{I_1}{I_0}$ где S_d – площадь от круга с диаметром h, которую закрывает мишень. ~~S_d~~ S_h – площадь круга с диаметром h.

P_1 – мощность на фотоэлектроде в данный момент времени

P_0 – мощность максимальная (до попадания лучей на мишень).

$$S_h = \frac{\pi h^2}{4} = \frac{\pi}{4}\left(\frac{9}{16}D^2\right)$$

$$S_d = \frac{\pi}{4}d^2$$

$$\Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = \frac{\cancel{\frac{\pi}{4}}\left(\frac{9}{16}D^2 - d^2\right)}{\cancel{\frac{\pi}{4}}\cdot\frac{9}{16}D^2} =$$

$$= \frac{I_1}{I_0} = \frac{9D^2 - 16d^2}{9D^2} \Rightarrow 9D^2\left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right) = 16d^2$$

$$\boxed{d = \frac{3}{4}\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}\,D = \frac{9}{16}D}$$

Рассмотрим график $I(t)$ $t=0$ соответствует началу вхождения мишени в круг S_h.

$t = t_0$ соответствует моменту ~~выхода мишени~~ конца вхождения мишени в круг S_h.

$t = t_1$ соответствует началу выхода мишени из круга S_h.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

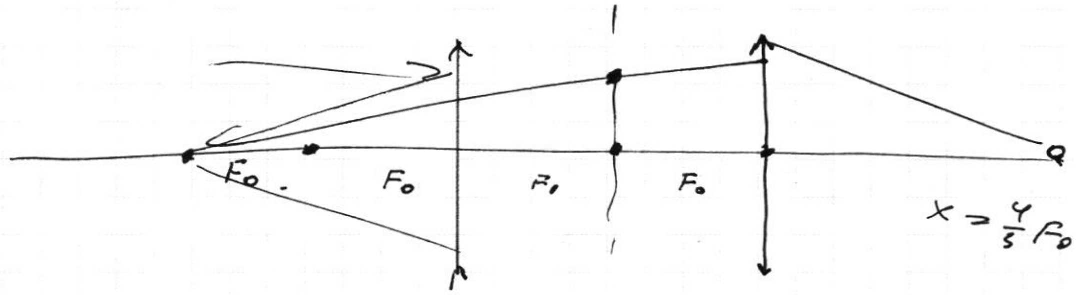
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v = \frac{d}{\tau_0} = \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^3 D}{\tau_0}$.

$t_1 = \frac{D\,4^2}{32\,\cancel{d}}\tau_0 \left(\frac{4}{3}\right)^2 \tau_0$



$\begin{cases} \frac{3}{4}\frac{D}{v} = t_1 \\ \frac{d}{v} = \tau_0 \end{cases}$

$x = \frac{4}{3}F_0$.

$\frac{1}{4} + \frac{F_0}{x} = \frac{4}{4}$.

$\boxed{x = \frac{4}{3}F_0}$

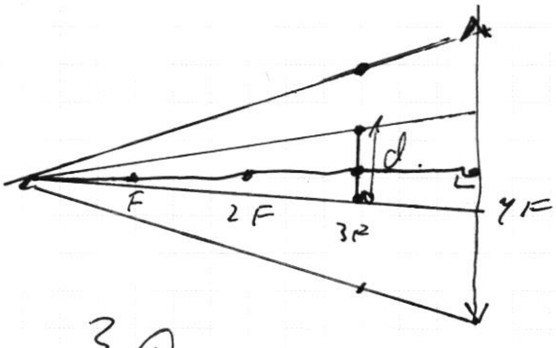
$\frac{3}{4}D\left(1 - \frac{7}{16}\right) =$

$\frac{F_0}{x} = \frac{3}{4}$

$d = \left(\frac{3}{4}\right)^3 D$.

$\begin{cases} \tau_0 + t_1 = \frac{D + d}{v} \\ t_1 = \frac{D}{v}. \end{cases}$ d – диаметр круга.

$I =$



$\frac{3}{4}D$.

$d = \frac{3}{4}D\left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right)$.

$P = \frac{\pi\left(\frac{3}{4}D\right)^2}{4} - \frac{\pi(d)^2}{4} = \begin{cases} \frac{\pi}{4}\left(\frac{9}{16}D^2 - \frac{16}{16}d^2\right) = \alpha I_1 \\ \frac{\pi}{4}\left(\frac{9}{16}D^2\right) = \alpha I_0. \end{cases}$

$\frac{9D^2 - 16d^2}{9D^2} = \frac{I_1}{I_0}$.

$d^2 = \frac{9D^2}{16}\left(1 - \frac{I_1}{I_0}\right)$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Составим систему; решим её

$$\begin{cases} \frac{d}{v} = \tau_0 \\ \frac{h}{v} = t_1 \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{d}{v} = \tau_0 = \frac{9D}{16v} \\ \frac{3D}{4v} = t_1 \end{cases}$$

$$\boxed{v = \frac{9D}{16\tau_0}} \quad \boxed{t_1 = \frac{3D}{4 \cdot \frac{9D}{16\tau_0}} = \frac{4}{3}\tau_0}$$

$D << F_0$

Ответ: $X = \frac{4}{3}F_0$; $v = \frac{9D}{16\tau_0}$; $t_1 = \frac{4\tau_0}{3}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$.

$v_2 = v_1 \frac{2\sqrt{?}}{3} = \boxed{20\ м/с}$

$\frac{180}{9}$

$\times 831 \cdot 0{,}6 = 498{,}6$

$100\nu R$

$\downarrow v_1 \cos\alpha + u$ $\uparrow v_2 \cos\beta - u$.

$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$.

$$\begin{cases} v_2\cos\beta - u > 0 \\ v_1\cos\alpha + u > v_2\cos\beta \end{cases}$$

$18 \times 4 = 72$

$2u + \cancel{6}\cdot\frac{\sqrt5}{\cancel{3}} - 2\cancel{0}\cdot\frac{4}{5} > 0$.

$\boxed{u > 8 - 3\sqrt5}$

p, V

$u < v_2\cos\beta = 20\cdot\frac{4}{5} = 16$.

$\frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2}$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} = 0{,}8$.

$\cancel{\frac{i}{2}\nu R}(T - T_1) + \cancel{\frac{i}{2}\nu R}(T - T_2) = 0$.

$\frac{720}{18} = 40$

$2T = T_1 + T_2$ $T = \frac{T_1+T_2}{2} = 360$.

$\frac{10x}{l-x} = 0{,}8$ $10x = 8l - 8x$

$18x = 8l$

$\boxed{x = \frac{4}{9} l}$

$\frac{\nu R(T_1+T_2)}{18} + \frac{i}{2}\nu R(40)$

$(40 + \frac{3\cdot 20}{2})\nu R$

$100\nu R$

$\frac{\nu R T_x}{x V_0}(T_1+T_2)$

V_0

$A = \frac{\nu R(T_1+T_2)}{V_0} \cdot \left(\frac{9}{?} - \frac{8}{?}\right)$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $\frac{T_1+T_2}{T_1} V_1 = V_0$

$\cdot 8{,}31 \cdot 0{,}6$ $\times 831 \cdot 6 = 498{,}6$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$8{,}31 \times 42 = 16{,}62 + 332{,}40$ $349{,}02$

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$.

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \cdot \frac{\frac{2}{3}\cdot 5}{3} = \frac{180}{9} = 20$ м/с.

$8{,}31 \times 42 = 16{,}62 + 332{,}40 = 349{,}02$

1) $v_1\cos\alpha + u$ $\quad$ $v_2\cos\beta - u$.

$\frac{320}{400} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} = 0{,}8$.

$v_2\cos\beta - u \in [0; v_2\cos\beta + u]$

$$\begin{cases} v_2\cos\beta - u > 0 \\ v_2\cos\beta < v_1\cos\alpha + 2u \end{cases}$$

$$\begin{cases} A + \Delta U_1 = Q \\ -Q = -A + \Delta U_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} u < v_2\cos\beta \\ \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} < u. \end{cases}$$

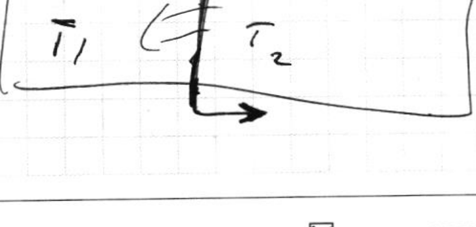
1) $-A$

2) $-k\tau$.

$\boxed{T_2 > T_1}$.

$$\begin{cases} u < v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cos\beta \\ \frac{v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} < u. \end{cases}$$

$\frac{320}{400} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$ $\quad 0{,}8$



$PV = \nu RT$

$P = \text{const}$. $\quad \frac{T_1}{T_2}$

$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$\times \frac{14}{3}{42}$ $70 \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 =$

$\boxed{dA + dU = dQ}$

$\frac{40}{\cdot 8}$

$\cancel{\frac{i}{2} \nu R T}$ $\cancel{\frac{i}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T) = 0}$

$\frac{32 \cdot 4 \cdot 400}{18}$

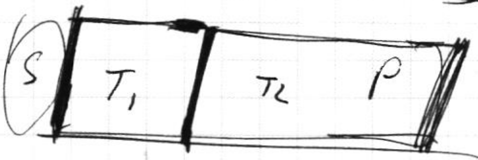
$\frac{i}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{i}{2}\nu R(T - T_2) = 0.$

$= \frac{720}{18} = \frac{360}{9} = 40$

$2T - T_1 - T_2 = 0$

x $y = l - x$

$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{320 + 400}{2} =$



$0{,}8x + x = l.$

$0{,}8x = \frac{l}{18} \cdot 0{,}8 = \frac{4}{9}l = \boxed{360\,K}$

$dQ = \nu C\,dT = p\,dV + \frac{i}{2}(p\,dV + V\,dP).$

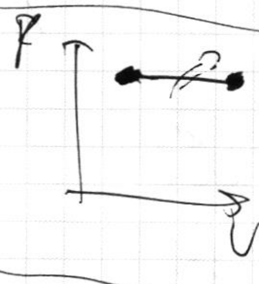
$\frac{\nu R T_1}{x} = \frac{\nu R T_2}{y}$ $\frac{\nu R T_1}{S x_1} = P$

$\frac{x}{y} = \frac{T_1}{T_2}$

$\frac{i}{2}\nu R(T_1' - T_1) + \frac{i}{2}\nu R(T_2' - T_2) = 0.$

$T_1' + T_2' = T_1 + T_2 = const.$

νR $T_2 = \frac{y}{x} T_1$



$T_2' = \frac{l - x}{x} T_1'$

$T_2' = T_1 + T_2 - T_1'$

$T_1 + T_2 = \frac{l}{x} T_1'$

$p = \frac{\nu R \frac{}{l}(T_1 + T_2)}{S}$ 40

$\frac{x}{l}(T_1 + T_2) = T_1'$

$\frac{4{,}5}{9} - \frac{4}{9} = \frac{0{,}5}{9} = \frac{9 - 8}{18} = \frac{1}{18}$

$p = const$ $\frac{\nu R (T_1 + T_2)}{S l}$

$\frac{2T}{2} = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{T_2 - T_1}{2}$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{4\pi}{\frac{360}{40}} = \frac{4\pi}{9}$$

$$k\frac{2l}{a}\sigma \cdot \frac{\pi}{9}\pi$$

$$\frac{4\pi}{\frac{360}{180-40}} = \frac{2\pi}{9} \cdot 7 = \frac{14}{9}\pi$$

$$k\sigma \cdot \frac{4\pi}{9}$$

$$\frac{4\sqrt{2}}{9}\pi k\sigma$$

$$\frac{360}{140} = \frac{18}{7}$$

$$T = \sqrt{C}\left(\pi\sqrt{L_1+L_2} + \pi\sqrt{L_2}\right) =$$

$$= \pi\sqrt{C}\left(3\sqrt{L} + 2\sqrt{L}\right) = 5\pi\sqrt{CL}$$

$$C\mathcal{E}^2 = (L_1+L_2)I^2$$

$$I_{01} = \sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}\,\mathcal{E} =$$

$$I_{02} = \sqrt{\frac{C}{L_2}} = \mathcal{E}$$

$$\begin{cases} \frac{D}{v} = t_0 = \frac{9D}{16v} \\ \frac{\frac{3}{4}D}{v} = t_1 \end{cases}$$

$$\boxed{v = \frac{9D}{16t_0}}$$

$$t_1 = \frac{\frac{3}{4}D}{\frac{9D}{16\tau}} = \frac{4}{3}t_0$$

$$\frac{d^2}{\left(\frac{3}{4}D\right)^2} = \frac{7}{16} - 1 = -\frac{9}{16}$$

$$\frac{d^2}{D^2} = \left(\frac{9}{16}\right)^2 D^2$$

$$d = \frac{9}{16}D$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА