Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

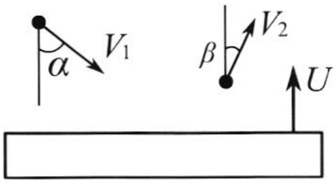
Класс 11

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.



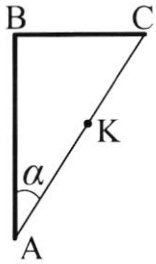
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

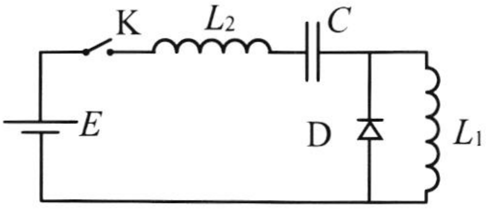
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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

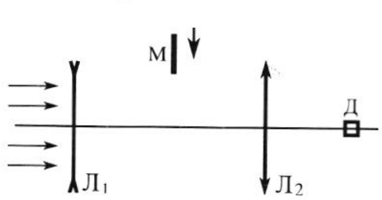
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1=\sigma, \sigma_2=2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha=\pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

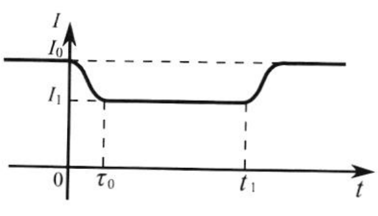
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $-2F_0$ 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). $I_1 = 7I_0/16$





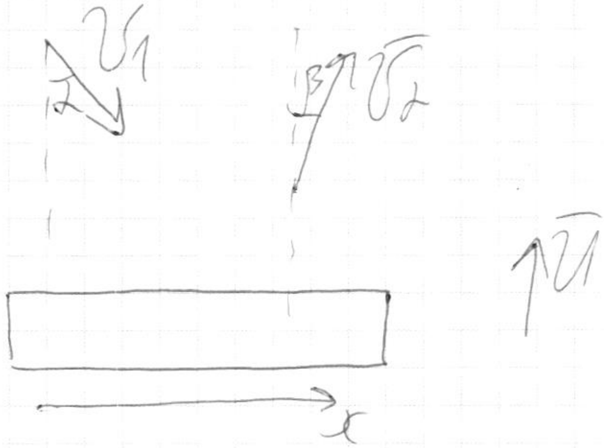
.

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

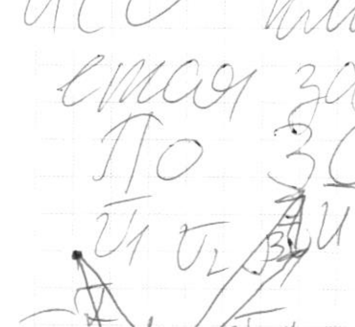


1. В проекции на горизонт $\Delta p_x = F_x \Delta t$.
$F_x = 0 \Rightarrow \Delta p_x = 0 \Rightarrow$ Верен ЗСИ:

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

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = \frac{10}{9} v_1$

2. Так как массивная плита движется с постоянной скоростью U, что в ИСО плиты скорость шарика сохраняется за малое время удара Δt.
По ЗСС: $\vec v_{абс} = \vec v_{отн} + \vec v_{пер}$



$\vec v_{отн} = \vec v_{абс} - \vec v_{пер}$

$v_1 \cos\alpha + u = v_2 \cos\beta - u$

$2u = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \cos\beta - v_1 \cos\alpha$

$$u = \frac{1}{2} v_1 (\sin\alpha \, \mathrm{ctg}\,\beta - \cos\alpha) =$$

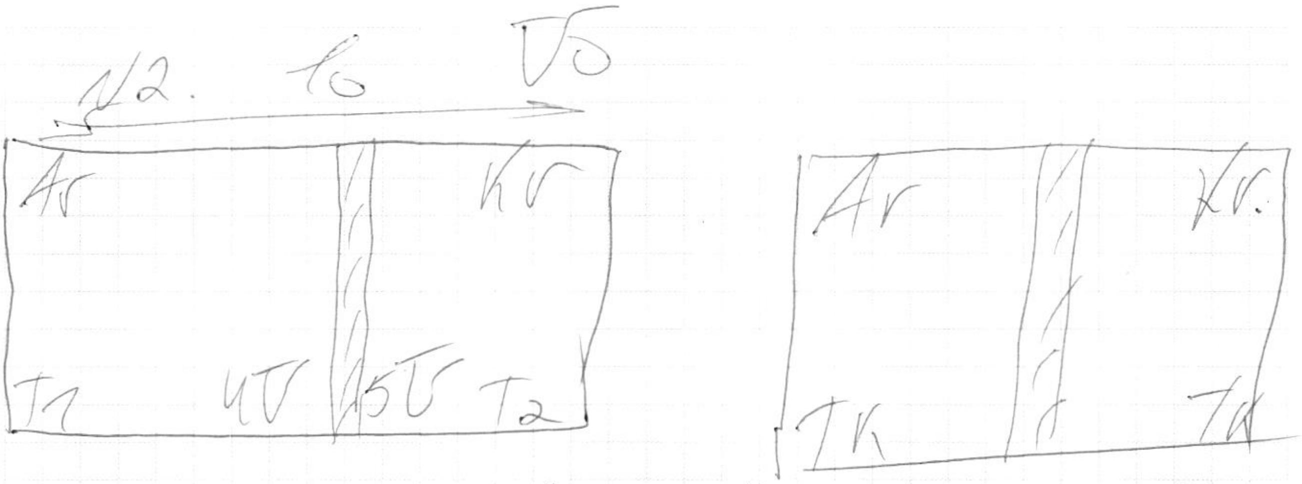
$$\frac{1}{2} v_1 \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} - \frac{2\sqrt{3}}{3} \right) = v_1 \left(\frac{4}{9} - \frac{2\sqrt{3}}{6} \right)$$

Ответ: $v_2 = \frac{10}{9} v_1 = 20$ м/с

$$u = 18 \text{ м/с} \left(\frac{4}{9} - \frac{2\sqrt{3}}{6} \right) = v_1 \left(\frac{4}{9} - \frac{2\sqrt{3}}{6} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2. 1б



Пусть индекс „1" — Ar, а индекс „2" — Kr

$$\begin{cases} p_1V_1 = \nu RT_1 \\ p_2V_2 = \nu RT_2 \end{cases}$$

1. В силу медленных процессов в каждый момент времени $p_1 = p_2$. Поделим уравнения

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}.$$

2. В силу медленных процессов элементарные перемещения поршня в рассчете работ Ar и Kr равны по модулю и противоположны по знаку

$$\begin{cases} Q_{Ar} = A_{Ar} + \Delta U_{Ar} \\ Q_{Kr} = -A_{Ar} + \Delta U_{Kr} \end{cases}$$

Q_{Kr}, отданное аргону, равно „$-Q_{Ar}$" — тепло, полученное аргоном

$Q_{AГ} = A_{AГ} + \Delta U_{AГ}$
$-Q_{AГ} = -A_{AГ} + \Delta U_{KГ}$ Сложим уравнения

$\Delta U_{AГ} = -\Delta U_{KГ}$. Газ одноатомный $\Rightarrow$ $i=3$

$\frac{3}{2}\nu R(T_K - T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_K)$

$2T_K = T_1 + T_2$

$T_K = \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = \frac{1}{2}(320K + 400K) = 360K$,
где T_K – установившаяся T

3. Рассмотрим малый процесс

$\delta Q = \delta A + dU$

Изменением ~~д~~ давления в нём можно пренебречь

Пусть поршень прошёл dx.

$V_0 = Sl = 8V$

$\delta Q = \frac{9\nu RT_1 dx}{4l_0} + \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{9dx}{4l_0} = \cancel{\frac{5}{2}\frac{9\nu RT_1}{4l_0} \cdot \frac{1}{18}l_0} =$

$\cancel{\frac{5}{16}\nu RT_1}$

$Q = \frac{5}{2} \cdot \frac{9\nu RT_1}{4l_0} \cdot \frac{1}{18}l_0 = \frac{5}{16}\nu RT_1$.

Ответ. 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5}$

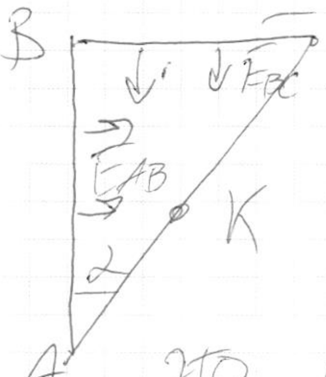
2) $T_K = 360K$

3) $Q = \frac{5}{16} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 320$

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



Поле бесконечной заряженной пластины $\vec{E}$ по модулю определяется как $|E| = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$. И это поле однородно, не зависит от расстояния до точки.

1. По принципу суперпозиции полей до зарядки пластины AB

$$\vec{E} = \vec{E}_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = |\vec{E}_{BC}|$$

После

$$|\vec{E}_\Sigma| = \sqrt{E_{BC}^2 + F_{AB}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$$

То есть напряжённость увеличится в $\dfrac{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}}{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}} = \sqrt{2}$

* $\vec{E}_\Sigma$ — суммарное поле в точке

2. $|\bar{E}_\Sigma| = \sqrt{\left(\frac{5}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\frac{2}{7}}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \frac{5}{2\varepsilon_0}\sqrt{1+\frac{4}{49}} =$

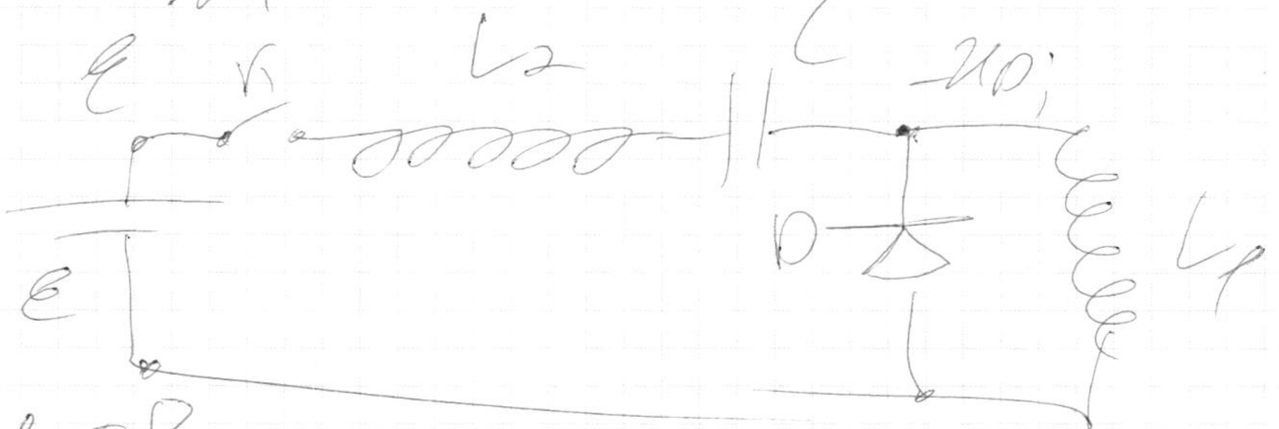
$\cancel{\frac{5}{2\varepsilon_0}\frac{\sqrt{26}}{3} = \frac{\sqrt{226}}{6\varepsilon_0}}$ $\frac{5}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{\sqrt{53}}{7} = \frac{\sqrt{253}}{14\varepsilon_0}$

Ответ: 1) 22

2) $\cancel{\frac{\sqrt{226}}{6\varepsilon_0}}$ 2) $\frac{\sqrt{253}}{14\varepsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



1. По методу потенциалов
$L_1\frac{dI_1}{dt} = -U_D$. $U_D = -L_1\frac{dI_1}{dt} \Rightarrow$
Ток через диод протекает только если ток через катушку течёт вверх и в таком случае D эквивалентен идеальному проводнику. Иначе, он эквивалентен разрыву цепи.
После замыкания ключа ток через L_1 течёт вниз $\Rightarrow$
D $\equiv$ разрыв цепи
2. Тогда по правилу Кирхгофа
$\mathcal{E} = L_1\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} + L_2\frac{dI}{dt}$

* D - диод
$\equiv$ - эквивалентность

Так как конденсатор заряжается
$\dot q = y$.

$\mathcal{E} = 9L\ddot q + \frac{1}{C} q$

$\frac{\mathcal{E}}{9L} = \ddot q + \frac{1}{9LC} q$

Решением дифф. уравнения явля-ется функция

$q = q_0 + A\sin wt + B\cos wt$

Заряд через конденсатор и ток через катушку скачком не меняются $\Rightarrow$

$q(0) = 0$

$y(0) = 0$

Из уравнения $w^2 q_0 = \ddot q + w^2 q$

$w = \frac{1}{3\sqrt{LC}}$

$q_0 = C\mathcal{E}$

$0 = C\mathcal{E} + B$

$0 = A$

$q = C\mathcal{E} - C\mathcal{E}\cos\left(\frac{t}{3\sqrt{LC}}\right)$

$\dot q = y = \frac{1}{3}\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\left(\frac{t}{3\sqrt{LC}}\right)$

Эти уравнения описывают цепь пока ток больше нуля

$q(\pi) = 2C\mathcal{E}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. После смены знака тока $\Rightarrow$ и его направления, ток через катушку $L_1 = 0$, как и напряжение на ней

По правилу Кирхгофа

$-\mathcal{E} = -\frac{q}{C} + L_2 \frac{dI}{dt}$

Так как конденсатор разряжается

$\dot{q} = -I$

$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + 4L\ddot{q}$

$\ddot{q} + q \cdot \frac{1}{4LC} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$

Аналогично

$\omega = \frac{1}{2\sqrt{LC}}$

$q_0 = C\mathcal{E}$

~~$q(0) = 0$, так как~~

$q(0) = -2C\mathcal{E}$ — так как перед сменой тока $q(t) = 2C\mathcal{E}$ на левой пластине

$\dot{q}(0) = 0$ — т.к. I скачком не меняется

$-2C\mathcal{E} =$

$= C\mathcal{E} + B$

$B = -3C\mathcal{E}$ $A = 0$

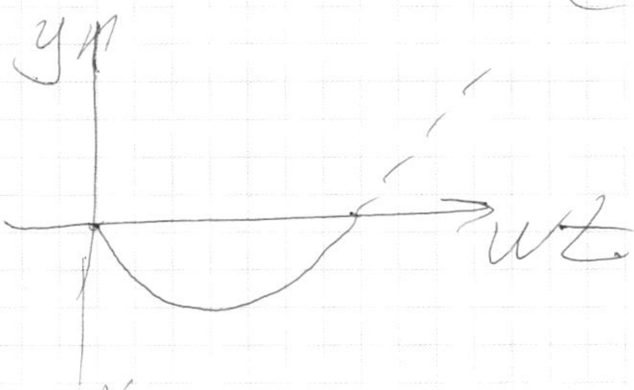
☐ черновик ☒ чистовик

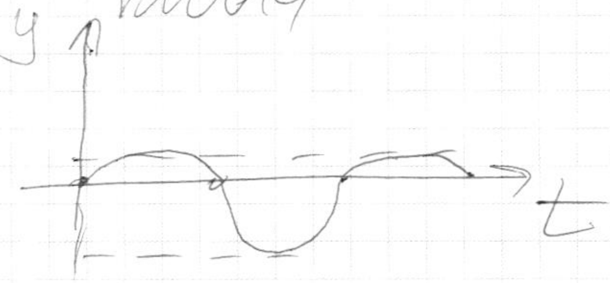
(Поставьте галочку в нужном поле)

$q = C\mathcal{E} - 3C\mathcal{E}\cos\left(\frac{t}{2\sqrt{LC}}\right)$

$i = -y = 3C\mathcal{E}\cdot\frac{1}{2\sqrt{LC}}\sin\frac{t}{2\sqrt{LC}}$

$y = -\frac{3}{2}\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\left(\frac{t}{2\sqrt{LC}}\right)$ — до повторной смены направления тока





Комбинацию можно рассмотреть как два отдельных процесса, каждый длиной в полупериод этого самого процесса

1) $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{2\pi}{2\omega_1} + \frac{2\pi}{2\omega_2} = \pi\left(\frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_2}\right) = \pi\left(\frac{1}{\frac{1}{3\sqrt{LC}}} + \frac{1}{\frac{1}{2\sqrt{LC}}}\right) = 5\pi\sqrt{LC}$

Максимальный ток через катушку $L_1 = y_{max_1} = y_{01} = \frac{1}{3}\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$ — это амплитудный ток в процессе 1

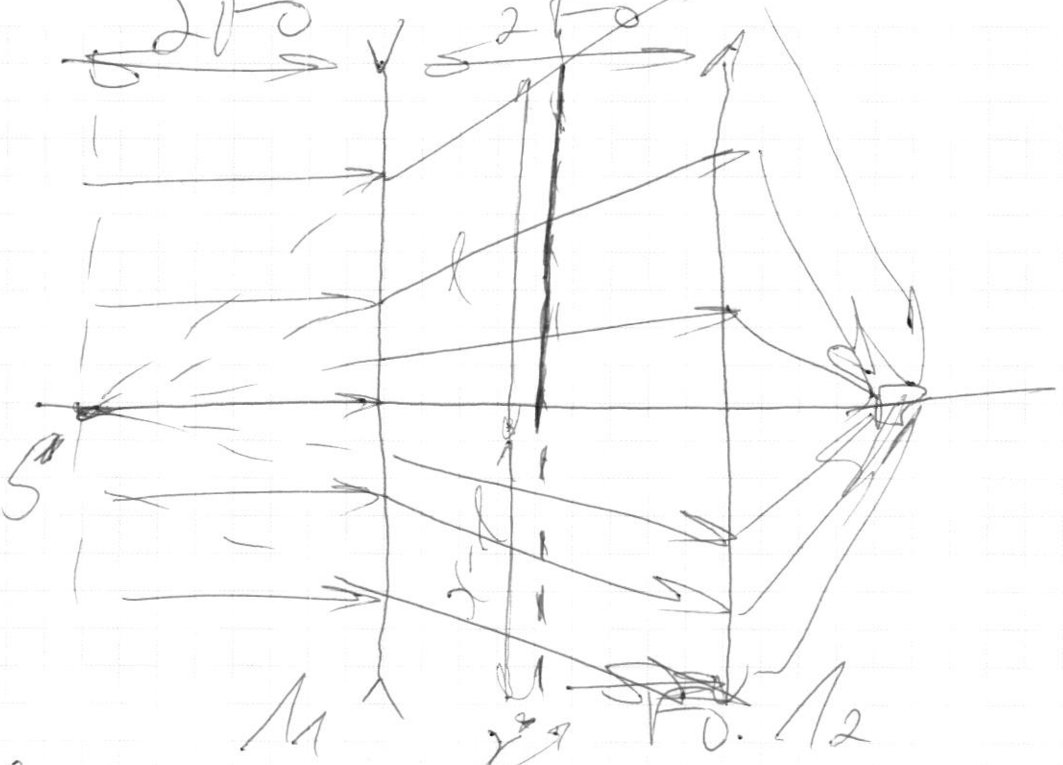
$y_{02} = \frac{3}{2}\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$, так как во втором процессе ток больше, чем в первом

Ответ: 1) $T = 5\pi\sqrt{LC}$

2) $y_{01} = \frac{1}{3}\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$; 3) $y_{02} = \frac{3}{2}\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

☐ черновик ☒ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1. Так как на рассеивающую линзу $Л_1$ падает параллельный пучок света, он рассеивается так, чтобы продолжения лучей попасть в фокус линзы (см. рис S) Теперь S^* – действ. предмет для линзы $Л_2$, поэтому на неё падает расходящийся пучок.

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f}$$

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

Д.ПП.и. по усл. свет фокусируется на T_{Π_1}; расстояние между ними и $Л_2'$ $= f = \frac{4}{3}F_0$.

2. В промежутке от 0 до t_0 и до t_1 до t_k, ~~...~~. мишень входит/выходит из зоны падения пучка в кл-ни. (*см. рис.) от t_0 до t_1, она полностью в нем находится

3 $tg\alpha = \frac{\frac{1}{2}D}{4F_0} = \frac{D}{8F_0}$, где α — угол между крайним лучом, шедшим между $Л_2$ и ГОО.

$tg\alpha = \frac{\frac{1}{2}x}{3F_0}$, где x — длина кл-ни x*

$x = 6F_0 tg\alpha = 6F_0 \cdot \frac{D}{8F_0} = \frac{3}{4}D$.

4. Ток ~~свет~~ пропорционален интенсивности регистрируемого света, и пропорционален и длине площади x* на которую падает свет. Составим пропорцию

$\frac{3}{4}D - Y_0$

$\frac{3}{4}D - l - \frac{7}{10}Y_0$, где l — длина М

$\frac{3D}{3D-4l} = \frac{10}{7}$.

$l = \frac{27}{80}D$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. За время от 0 до τ_0 М прошла расстояние, равное своей длину l с постоянной скоростью v

$v\tau_0 = l$

$v = \frac{l}{\tau_0} = \frac{27D}{64\tau_0}$.

6. От τ_0 до t_1 М прошла расстояние, равное $x - l$ (см. рис.)

$x - l = \frac{3}{4}D - \frac{27}{64}D = \frac{48-27}{64}D = \frac{21}{64}D$.

$t_1 - t_0 = \frac{21}{64}\frac{D}{v} = \frac{21}{27}\tau_0$.

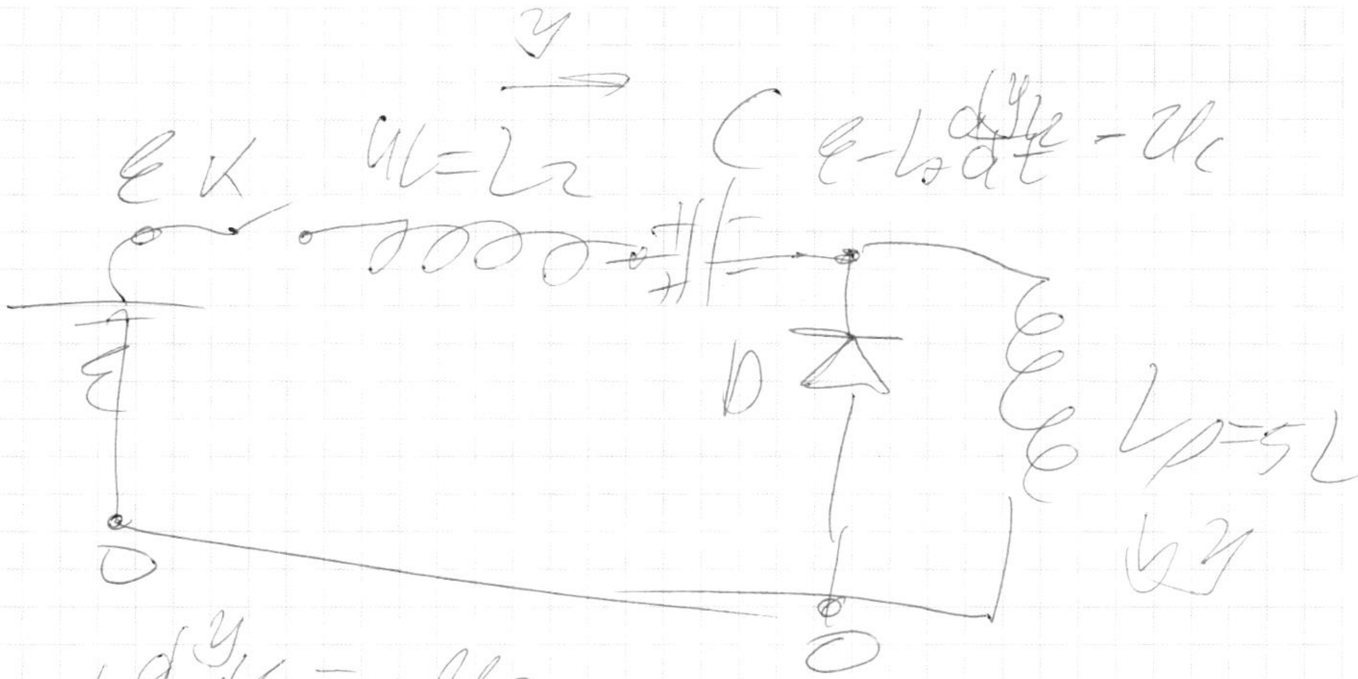
$t_1 = \frac{48}{27}\tau_0$.

Ответ. 1) $f = \frac{4}{3}\sigma_0$

2) $v = \frac{27D}{64\tau_0}$

3) $t_1 = \frac{48}{27}\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$L\frac{dy_1}{dt} = -U_p$

~~$ℰ - U = L_2\frac{dy_2}{dt}$~~

~~$U = ℰ - L_2\frac{dy_2}{dt}$~~

~~$ℰ = L_2$~~

$ℰ = 4L\frac{dy}{dt} + \frac{q}{C} + 5L\frac{dy}{dt}$

$ℰ = 9L\frac{dy}{dt} + \frac{q}{C}$

$ℰ = 9L\ddot{q} + \frac{1}{C}q$

$\ddot{q} + \frac{1}{9LC}q = \frac{ℰ}{9L}$

$q_0 \cdot \frac{1}{9LC} = \frac{ℰ}{9L}$

$q_0 = Cℰ$

$0 = Cℰ + B$

$B = -Cℰ$

~~$w = \frac{1}{3}$~~ $w^2 = \frac{1}{9LC}$

$q(0) = 0$ $y(0) = 0$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

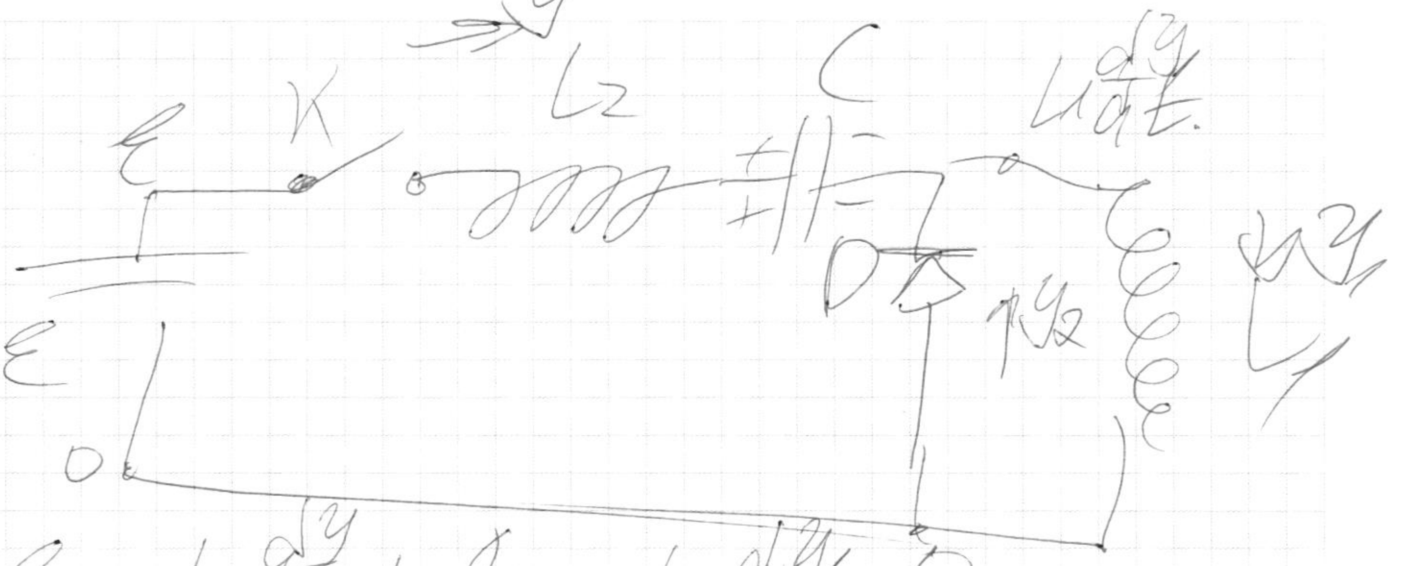
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

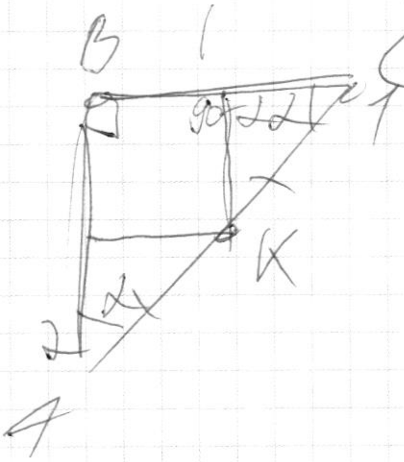
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\mathcal{E} = L_2\frac{dy}{dt} + \frac{q}{C} + L_1\frac{dy}{dt}$$

$$U_1 = L_1\frac{dy}{dt}$$



$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{4\varepsilon_0}\right)^2}$$

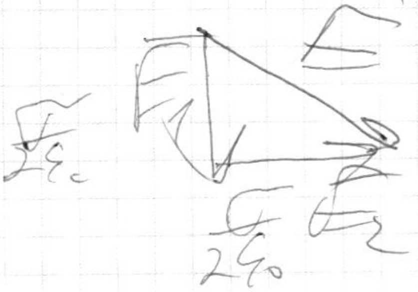
$$E_0 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_K =$$

$$E = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} =$$

$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\sqrt{2\cdot\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} =$$



$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}.$$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

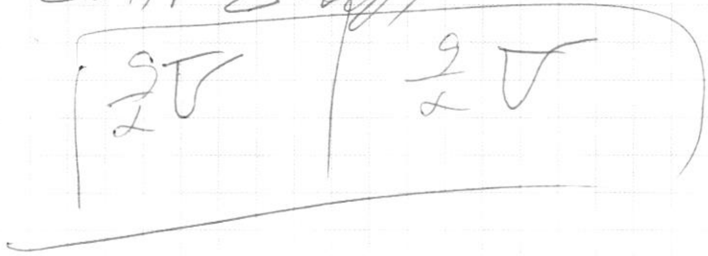
$Q_{Ar} = A_{Ar} + \Delta U_{Ar}$

$Q_{Ar} = A_{Ar} \cancel{+} \Delta U_{кр}$

$2Q_{Ar} = 2A_r + \Delta U_{Ar} - \Delta U_{кр}$

$9V = V_0$

$pV_0 = \nu RT$



$V = \frac{1}{9}Sl$

$Q_{Ar} = A_{Ar} + \Delta U_{Ar}$

$9V = Sl$

$pS(\frac{4}{3}l + x) = \nu RT_1$

$4V = \frac{4}{9}Sl$

$pS(\frac{5}{3}l - x) = \nu RT_2$

$5V = \frac{5}{9}Sl$

$\delta A = p\,dV$

$p = \frac{\nu RT_2}{S(\frac{5}{3}l - x)}$

$\frac{\nu RT_2}{S(\frac{5}{3}l - x)}(\frac{4}{3}l + x)S = \nu RT_1$

$A = \int p\,dV = S\int p\,dx$

$\left(\frac{\frac{4}{3}l + x}{\frac{5}{3}l - x}\right)T_2 = T_1$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

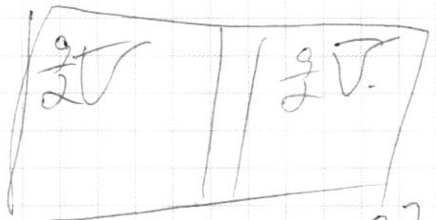
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$9V = V_0$ $V = \frac{3}{5}$



$\frac{32}{40} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$

$pV_1 = \nu RT_1$

$pV_2 = \nu RT_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{400}{320} = \frac{40}{32} = \frac{20}{16} = \frac{10}{8} = \boxed{\frac{5}{4}}$

$Q_{Ar} = A_1 + \Delta U_1$

$+ Q_{Kr} = A_2 + \Delta U_2$

$0 = A_1 + A_2 + \Delta U_1 + \Delta U_2$

$pV_1 = \nu RT_к$

$pV_2 = \nu RT_к$

$A_1 + A_2 = 0.$

$\Delta U_1 = -\Delta U_2.$

$Q_{Ar} = -Q_{Kr}.$

$\frac{3}{2}\nu R(T_к - T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_к)$

$-Q_{Kr} = A_{Ar} + \Delta U_{Ar}$

$T_к - T_1 = T_2 - T_к$

$Q_{Kr} = A_{Kr} + \Delta U_{Kr}$ $2T_к = T_1 + T_2$

$Q_{Kr} = A_{Kr} + \Delta U_{Kr} = A_{Kr} + \frac{3}{2}\nu R(T_к - T_2).$

$T_к = \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = \frac{1}{2}(320 + 400) = \boxed{360}$

$-Q_{Kr} = -A_{Kr} + \Delta U_{Ar}$ $2Q_{Kr} = 2A_{Kr}$

$Q_{Kr} = A_{Kr} - \Delta U_{Ar}.$

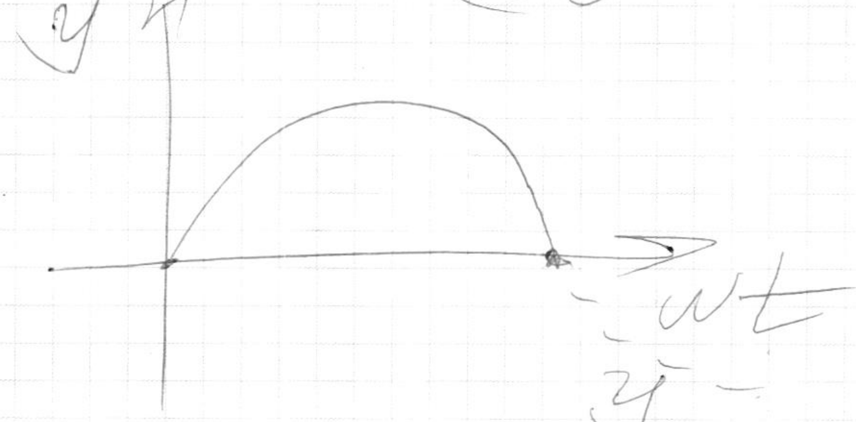
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

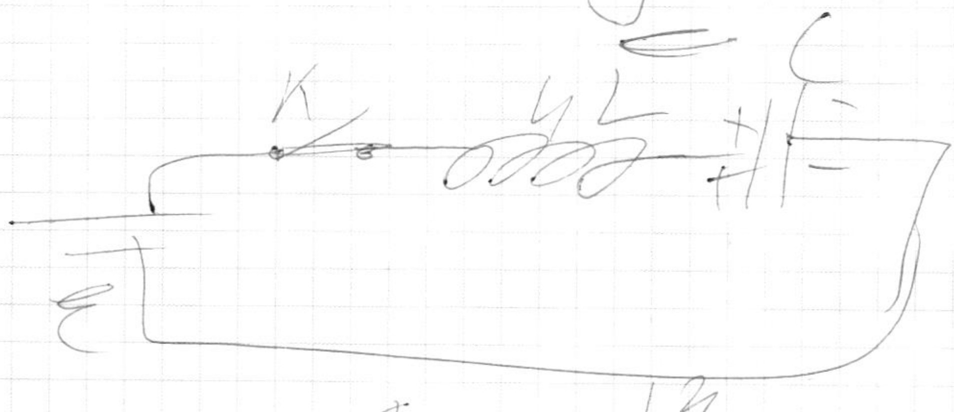
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$q = Cℰ - Cℰ\cos(\omega t)$

$\dot{q} = ℰ\omega C\,\sin\omega t = ℰ \cdot \frac{1}{3\sqrt{LC}} \sin\left(\frac{t}{3\sqrt{LC}}\right) =$

$\frac{1}{3} ℰ \sqrt{\frac{C}{L}} \sin\left(\frac{t}{3\sqrt{LC}}\right)$





$-ℰ = -\frac{q}{C} + 4L\frac{d^2 q}{dt}$ $\qquad \dot{q} = -y$

$-ℰ = -\frac{q}{C} - 4L\ddot{q}$

$\frac{ℰ}{4L} = q\frac{1}{4CL} + \ddot{q}$

$y = ℰ\frac{1}{2\sqrt{LC}} \sin\left(\frac{t}{2\sqrt{LC}}\right) = \frac{1}{2} ℰ \sqrt{\frac{C}{L}} \sin\frac{t}{2\sqrt{LC}}$

$0 - U_L = U_0$

$U = L\frac{dI}{dt}$

☒ 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

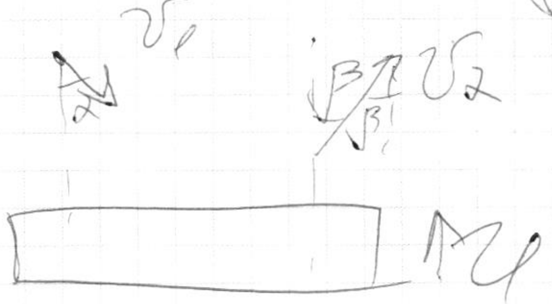
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{v1}{\sqrt{1-\frac{v}{c}}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ $v_0 \cdot 18 = 20$

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

$ctg\beta = \frac{\cos\beta}{\sin\beta} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{4}{3}$



$u = \frac{1}{2}v_1(\sin\alpha\, ctg\beta - \cos\alpha) =$

$\frac{1}{2}v_1\left(\frac{2}{3}\cdot\frac{4}{3} - \frac{2\sqrt{2}}{3}\right) =$

СО плиты. $\frac{1}{2}v_1\left(\frac{8}{9} - \frac{2\sqrt{2}}{3}\right)$

$v_1\cos\alpha + u = v_2\cos\beta - u$

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

$2u = v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha =$

$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$

$v_1 \sin\alpha\, ctg\beta - v_1\cos\alpha$

$\sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

$\bar{v}_{отн} = \bar{v}_{абс} - \bar{v}_{пер}$

$v_2 = v_1 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = v_1 \frac{10}{9}$

$v_{отн_{1y}} = v_1\cos\alpha + u$

$v_{отн_{2y}} = \cancel{v_1} - (v_2\cos\beta - u)$

☒ 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

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\frac{D}{2}}{4F_0} = \frac{D}{8F_0}$.

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{x}{3F_0}$

$x = 3F_0 \operatorname{tg}\alpha = \frac{D}{8F_0} \cdot 3F_0 = \frac{3}{8}D$.

$2x = \frac{3}{4}D$.

$\frac{3}{4}D - Y_0$

$\frac{3}{4}D - l = \frac{7}{16}Y_0$.

$\frac{\frac{3}{4}D}{\frac{3}{4}D - l} = \frac{16}{7}$.

$\frac{3D}{3D - 4l} = \frac{16}{7}$.

$21D = 48D - 64l$

$64l = 27D$

$l = \frac{27}{64}D$.

$l = v_0 t$

$v = \frac{l}{t} = \frac{27D}{64t_0}$.

Так как свет прямо пропорционален интенсивности пл. света, он пропорционален длине плоскости, на которую падает свет на расстоянии F_0 от $Л_1$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

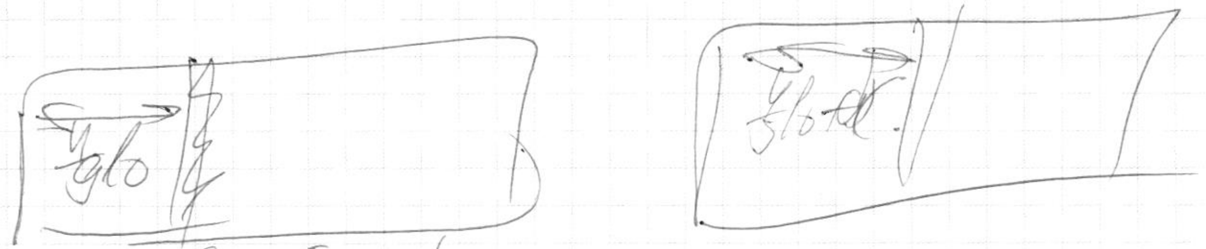
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$9V = Sl_0$

$11V = \frac{4}{3}Sl_0$

$\frac{5}{16} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 320$



$\delta Q = p\,dV + \frac{3}{2}\nu R\,dT$

$\frac{dp}{p_0} + \frac{dV}{V_0} = \frac{dT}{T_0}$

$dp = \left(\frac{dT}{T_0} + \frac{dV}{V_0}\right)p_0$

$\delta Q = pS\,dl + \frac{3}{2}\nu R\,dT$

$\delta Q = pS\,dx + \frac{3}{2}\nu R\,dT$

$\frac{dV}{V_0} = \frac{dT}{T_0}$

$\frac{S\,dl}{\frac{4}{3}Sl_0} = \frac{dT}{T_0}$

$p = \frac{\nu RT_1}{\frac{4}{3}Sl_0}$ $S\,dx = \frac{9\nu RT_1\,dl}{4l_0}$ $\frac{9\,dl}{4l_0} = \frac{dT}{T_0}$

$dT = \frac{9\,dl}{4l_0}T_1$

$\delta Q = \frac{9\nu RT_1\,dl}{4l_0} + \frac{3}{2}\nu R\frac{9\,dl}{4l_0}T_1 = \frac{5}{2}\nu RT_1 \cdot \frac{9\,dl}{4l_0}$

$Q = \frac{5}{2}\nu RT_1 \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{1}{18}$

$\frac{3}{4}l_0 - \frac{2}{3}l_0 = \frac{9-8}{12}l_0 = \frac{1}{12}l_0$

$= \frac{5}{16}\nu RT_1$

$V = \frac{2}{3}l_0 S$

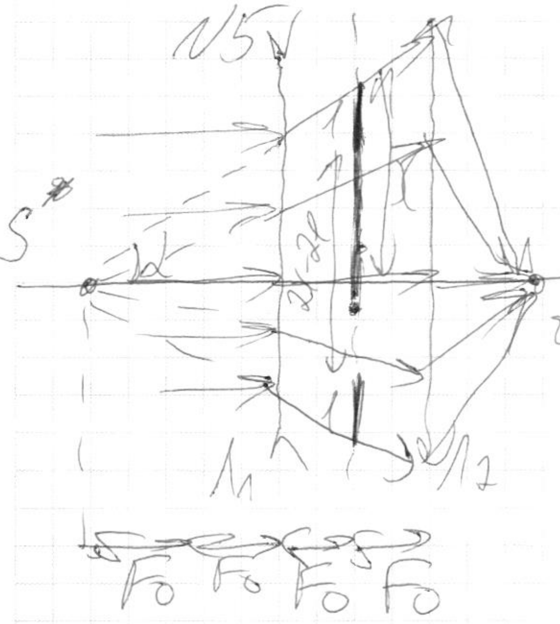
$\frac{9}{2}V = \frac{3}{4}Sl_0$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$\frac{64}{9} \Big| \frac{4}{16}$
$\frac{9}{24}$

$21+27=48$

$16\cdot3=48$

$\frac{48}{27}$
$\frac{27}{21}$

$\frac{21}{64}\cdot\frac{D}{d}=$

$\frac{21}{64}\cdot\frac{D}{27D}\ 64F_0 = \frac{21}{64}F_0$

Так как на линзу $Л_2$ падает параллельный пучок света, а $Л_1$ – рассеивающая, то свет рассеится так, чтобы продолжения лучей попали в фокус – см. рис.
Теперь S' – действительный предмет для линзы $Л_2$, т.к. на неё падает расходящейся пучок света.
По формуле тонкой линзы
$$\frac{1}{F_0}=\frac{1}{4F_0}+\frac{1}{f}.$$
$$f=\frac{4}{3}F_0.$$
По условию свет фокусируется на фото катоде $\Rightarrow$ расстояние между $Л_2$ и ФК $=f=\frac{4}{3}F_0.$

☒ 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

Очевидно, что в промежутке от 0 до t_0, M начала перекрывать часть пучка не всей своей длиной, а лишь её частью, уменьшая (суммарную) интенсивность падающего света. От t_0 до t_1 на всю поверхность M падает свет, от t_1 до t_k аналогично ~~до~~ от 0 до t_0, но M выходит из пучка. Раз ~~свет~~ ток пропорционален суммарной интенсивности регистрируемого фотодетектором света, ток также пропорционален длине плоскости, на которую падает света на расстоянии F_0 от линз $Л_1$ и $Л_2$.

$$tg\alpha = \frac{\frac{1}{2}D}{4F_0} = \frac{D}{8F_0}$$

$$tg\alpha = \frac{x}{3F_0}$$

• x – длина половины плоскости (см. рис.)

$$x = 3F_0 tg\alpha = 3F_0 \cdot \frac{D}{8F_0} = \frac{3}{8}D$$

$$2x = \frac{3}{4}D \text{ – длина плоскости пл-ии}$$

• α – угол между крайним лучом, падающим на $Л_2$ и ГОО

☒ 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

Составим пропорцию

$\frac{3}{4}D - V_0$

$\frac{3}{4}D - l - \frac{7}{16}V_0$, где l – длина М

$\frac{3D}{3D-4l} = \frac{16}{7}$

$21D = 48D - 64l$

$l = \frac{27}{64}D$

За время от 0 до t_0 М прошла расстояние, равное своей длине l.

Т.к. $v = const$, $vt_0 = l$

$v = \frac{27D}{64t_0}$

За время от t_0 до t_1, М прошла расстояние $|2x-2l|$ (см. рис.)

$|2x-2l| = |\frac{3}{4}D - \frac{27}{32}D| =$

☑ черновик ~~☒ чистовик~~ (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$\cancel{Q_{Ar} = A_{Ar} +}$ $Q_{Ar} - ?$

$Q_{Ar} = \cancel{t Q_{Ar}}$

$Q_{Ar} = A_{Ar} + \Delta U_{Ar}.$

$\delta A_{Ar} = p dV = \frac{\nu R T}{V} dV$ $p_0 \cdot 4V = \nu R T_1.$

$\cancel{\delta Q_{Ar} = \delta A_{Ar} + dU}$ $p_0 = \frac{\nu R T_1}{4 S l_0}.$

$Q_{Ar} = A_{Ar} + \Delta U_{Ar}$

$Q_{Ar} = A_{A} +$ $pV = \nu R T.$

$\delta Q_{Ar} = \delta A_{Ar} + dU_{Ar}.$ $dV = S dl = S dx$

$C \nu dT = p dV + \frac{3}{2} \nu R dT.$ $pS\left(\frac{4}{5} l_0 + dx\right) = \nu R T_2$

$C = \frac{p dV}{\nu dT} + \frac{3}{2} R =$ $\frac{\nu R T_1}{4 S l_0}\left(\frac{4}{5} l_0 + dx\right) = \nu R T_2$

$\frac{T_1}{4 l_0}\left(\frac{4}{5} l_0 + dx\right) = T_2$ $dV = S l$

$\frac{4}{5} l_0 + x$ $\frac{1}{5} l_0 - x$ S $5V = \frac{4}{5} S l_0$

$T_2 - T_1 =$

$\frac{4}{5} \frac{T_1}{4 l_0} + \frac{T_1 dx}{4 l_0} - T_1 =$

$\frac{T_1 dx}{4 l_0} - \frac{8}{9} T_1$

l_0 $l_0 - \frac{1}{5} l_0 = \frac{4}{5} l_0$

$\cancel{\delta Q = \frac{\nu R T_1}{4 S l_0} S dx + \frac{3}{2}}$ $\delta Q = \frac{\nu R T_1}{4 S l_0} S dx + \frac{3}{2} \nu R T'$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$tg\alpha = \frac{D}{2 \cdot 4F_0}$

$tg\alpha = \frac{x}{3F_0}$

$x = 3F_0 tg\alpha = 3F_0 \cdot \frac{D}{8F_0} = \frac{3}{8}D$

$\frac{3}{8}D - y_0$

$\frac{3}{8}D - l - \frac{7}{16}y_0$

$\frac{\frac{3D}{8}}{\frac{3}{8}D - l} = \frac{16}{7}$

$\frac{3D}{3D-8} = \frac{16}{7}$

$21D = 48D - 128$

$128 = 37D$ 0,375

$\frac{3D}{3D-4} = \frac{16}{7}$

$21D = 48D - 64$

$64 = 27D$

$D =$

$\frac{3}{4}D - y_0$

$\frac{3}{4}D - l - \frac{7}{16}y_0$

$\sqrt{5}\, l_0 = \frac{27}{64}D$

$l_0 = \frac{27D}{64\sqrt{5}}$

$\frac{3}{8}D - \frac{27}{32}D = \frac{16}{8} = 128$

$4 \cdot 8 = 32$

$3 \cdot 2 = 24$

$2x = \frac{3}{4}D$

$\frac{\frac{3}{4}D}{\frac{3}{4}D - l} = \frac{16}{7}$

$\frac{3D}{3D-4} = \frac{16}{7}$

$21D = 48D - 64$

$\cancel{64 = 27D}$

$\frac{3D}{3D - 4l} = \frac{16}{7}$

$21D = 48D - 64l$

$64l = 27D$

$\boxed{l = \frac{27}{64}D}$

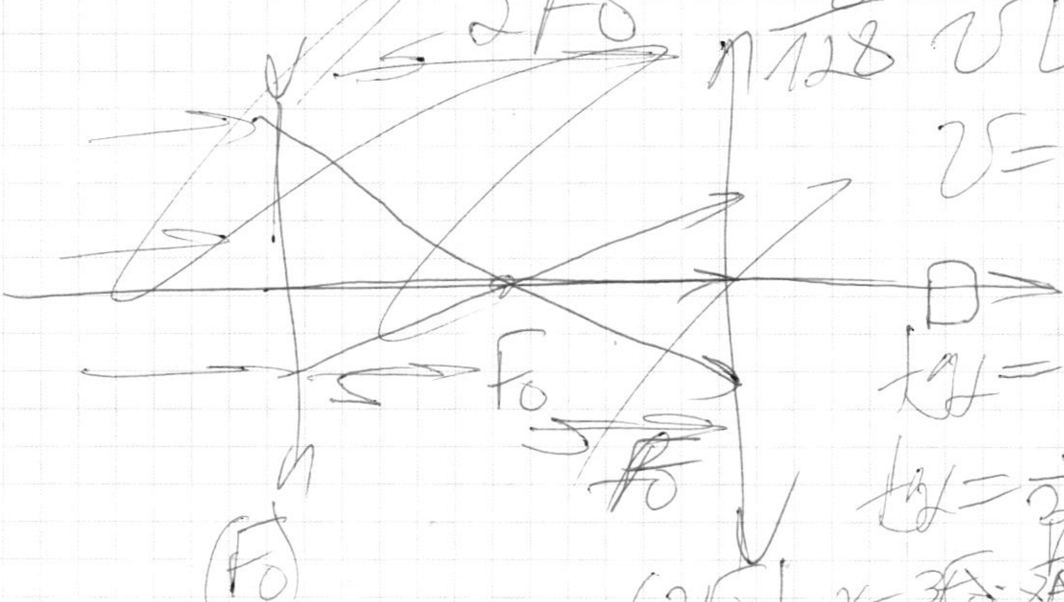
☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

№2 п. 3
№5 весь

$128 = 3 \cdot 7 D$

$21 D = 48 D - 128$



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

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

$tg = \frac{\frac{3}{8} D}{4 F_0} = \frac{D}{8 F_0}$

$tg = \frac{2}{3 F_0}$

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{f}$

$\frac{1}{-2F_0} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{f}$

$\frac{3}{8} D - \frac{y_0}{...}$

$1 = \frac{16}{...} D$

$\frac{\frac{3}{8}D}{\frac{3}{8}D - 1} = \frac{16}{7}$

$\frac{3D}{3D - 8} = \frac{16}{7}$

$D - y_0$

$D - 1 - \frac{7}{16} y_0$

$\frac{D}{D-1} = \frac{16}{7}$

$7D = 16D - 16 l$

$16 l = 9D$

$\frac{1}{-2F_0} = -\frac{1}{f}$

$f = 2F_0$

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f}$

$\frac{1}{f} = \frac{3}{4F_0}$

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

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

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