Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

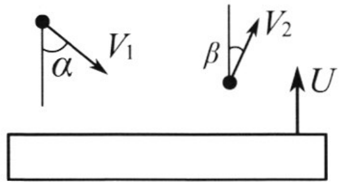
Класс 11

Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 6 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 $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



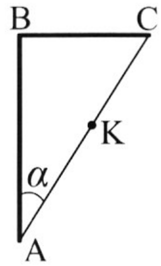
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330 К, а неона T_2 = 440 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 гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

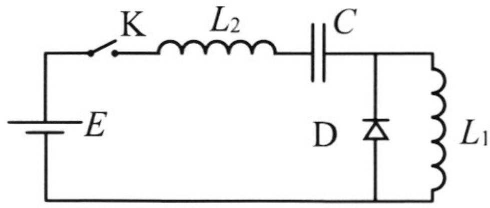
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

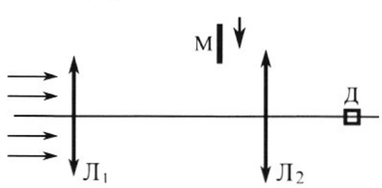
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

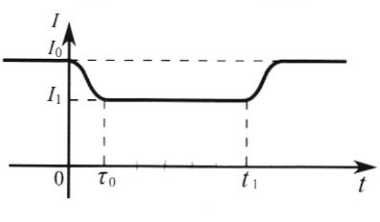
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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 F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. 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 $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

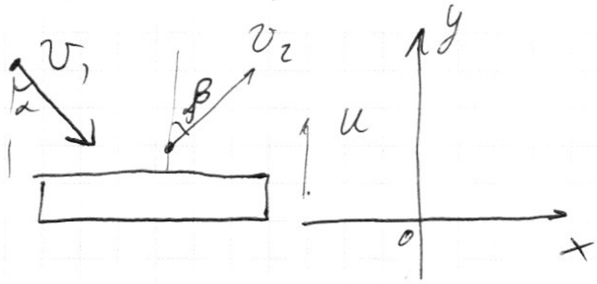
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1

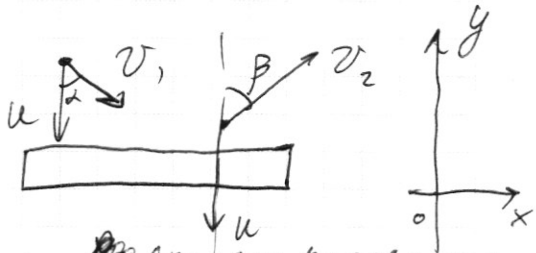
• Т.к плита массивная => её импульс очень большой по срав. с импульсом шарика => эффектом смещения плиты и изменением её скорости - можно пренебречь. => Система отсчёта плита - ИСО => по ЗСИ для шарика $Ox: v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

$$\boxed{v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}} \quad v_2 = 12\,\frac{м}{с}$$



~~из ЗСИ на ось Oy => u = const~~

=> перейдём в систему отсчёта плита.



т.к удар неупругий и => ~~весь импульс~~ шарик отскочил ~~шарика по оси Oy~~

=> скорость после удар по оси Oy >0 ~~- должен пропасть~~ $\Big| => \boxed{u \leq v_2 \cos\beta}$

$$=> \boxed{u \leq v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \cdot \cos\beta} \quad \cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$=> u \leq 12\,\frac{м}{с} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 8\sqrt{2}\,\frac{м}{с}$; при $u \geq 8\sqrt{2}\,\frac{м}{с}$ - шар не отскочет.

ОТВЕТ: $v_2 = 12\,\frac{м}{с}$; $u \leq 8\sqrt{2}\,\frac{м}{с}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

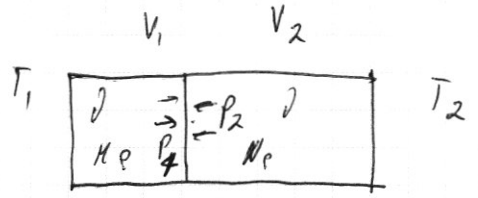
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(2)

• Т.к. ~~нога~~ поршень движется медленно => можно считать, что ΣF на него $=0$ => $P_1 = P_2$.



=> в любой момент

$\frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2}$ => $\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}} = \frac{V_{10}}{V_{20}}$

ур-н Менд.-Клапейрона

=> $\frac{V_1}{V_2} = \frac{330}{440} = 0,75$

• т.к. ~~на~~ со стороны Ne и Ne на поршень действуют одинаковые силы => $A_1 = -A_2$ => т.к. сосуд теплоизолирован $Q = A + \Delta U$ ← начало термодинамики

=> $\Delta U = 0$ => $\frac{3}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_2) = 0$

T - уст. температура | => $\boxed{T = \frac{T_1 + T_2}{2}}$ $T = 385$ K

• Т.к температура изм медленно и объём тоже => ~~$\frac{dT}{dV} \neq \frac{dP}{dV}$~~ ~~т.к $\frac{dP}{P} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$ => $dP = 0$~~

=> $P_1 = P_2 = const$ ← процесс можно считать изобарным.

=> $P_1 = P_2 = P_0$; => в конечном итоге $V_1 = V = V_2$

$V = \frac{\nu R T}{P_0}$; и $V_{10} = \frac{\nu R T_1}{P}$ => $Q_1 = A_1 + \Delta U_1 =$

$= (V - V_1)P + \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) = \frac{\nu R(T - T_1)}{P} P + \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$ (=)

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

(2)

$= \nu R(T-T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T-T_1) = Q_1$

$Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1) = \boxed{\frac{5}{2}\nu R\left(\frac{T_2-T_1}{2}\right) = Q_1}$

$\Rightarrow \boxed{Q_1 = \frac{5}{4}\nu R(T_2-T_1)}$ $Q_1 > 0 \Rightarrow$

N_p - получил тепло от N_p

$Q_1 = \frac{5}{4_2} \cdot \frac{6^3}{25_5}(110) \cdot 8{,}31 = \cancel{33 Дж} = 33 \cdot 8{,}31 = 274{,}23 Дж$

ОТВЕТ: $\frac{V_{10}}{V_{20}} = 0{,}75$

$T_{уст} = 385 К$

$Q_1 = \cancel{33 Дж}\ 274{,}23 Дж$

□ черновик □ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

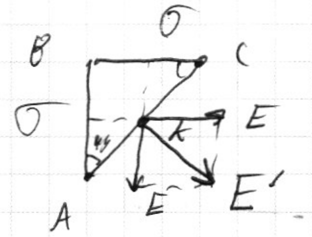
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3

• Т.к полоска бесконечная и К – находится по середине её ~~ширины~~ ширины => напряжённость в т К от одной пластины ⊥ ей.

т.к $\angle = 45^\circ$ => $BC = AB$ => $E_{BC} = E_{AB} = E$

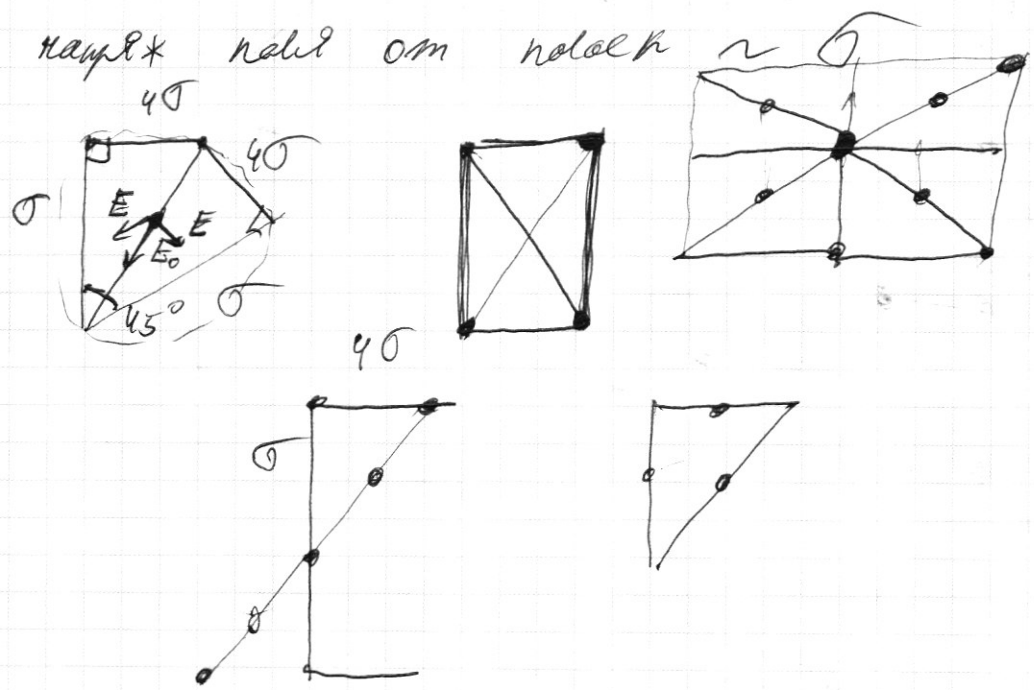


=> $E' = \sqrt{2} E$

=> $\boxed{\frac{E'}{E} = \sqrt{2}}$

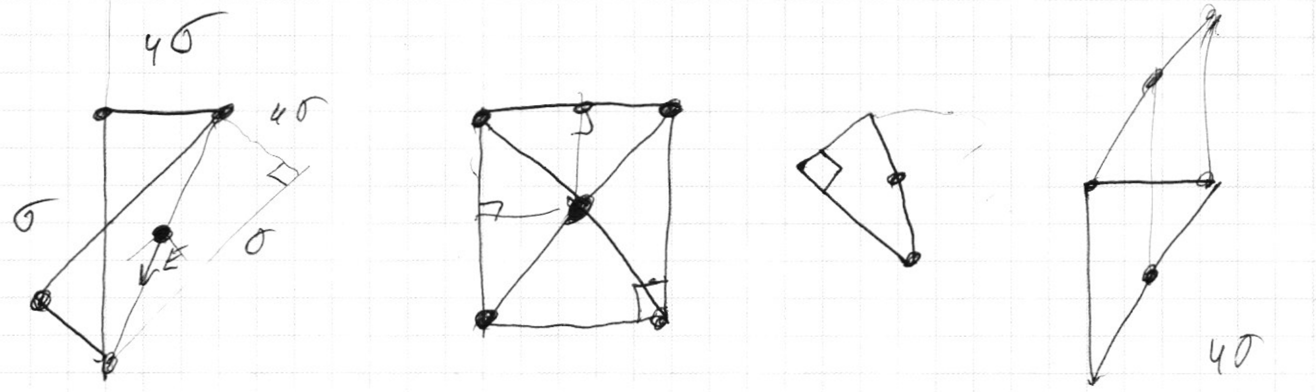
•

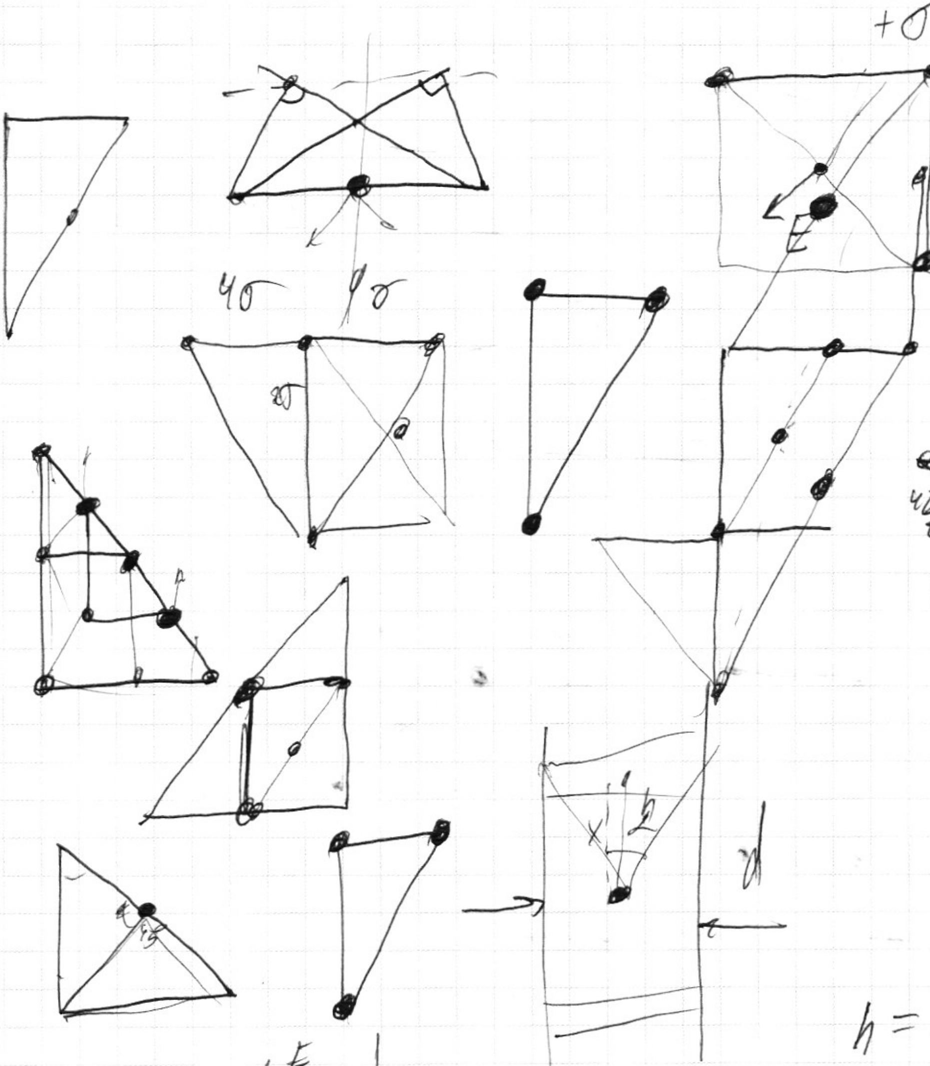
напряж поля от полоск ~ σ

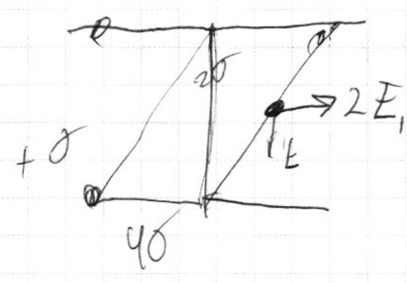


☐ черновик ☑ чистовик

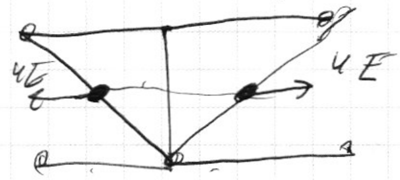
(Поставьте галочку в нужном поле)







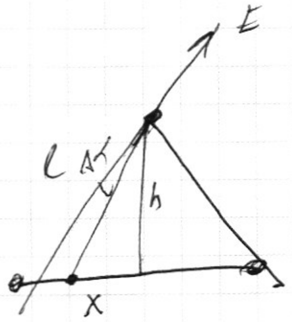
$\alpha_0 - \frac{1}{2}$

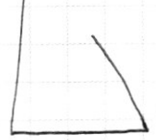


$$\left.\frac{\alpha + \frac{1}{2}\sin 2\alpha}{2}\right|_0^{\alpha_0}$$

$$\frac{\alpha_0 - \frac{1}{2}\sin 2\alpha_0}{2}$$

$h = l\cos\alpha$





$$\frac{\Delta\alpha \cdot \sigma \cdot k}{l^2}\cos\alpha \qquad \frac{h\,\Delta\alpha\,\sigma\,k}{l^2}$$

$$\frac{\Delta x\,\sigma\,k}{h^2 + x^2}\;\frac{h}{\sqrt{h^2+x^2}} \qquad \cos^2\alpha\,\Delta\alpha\,\frac{\sigma k}{h} \qquad \frac{1+\cos 2\alpha}{2}$$

$$\frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

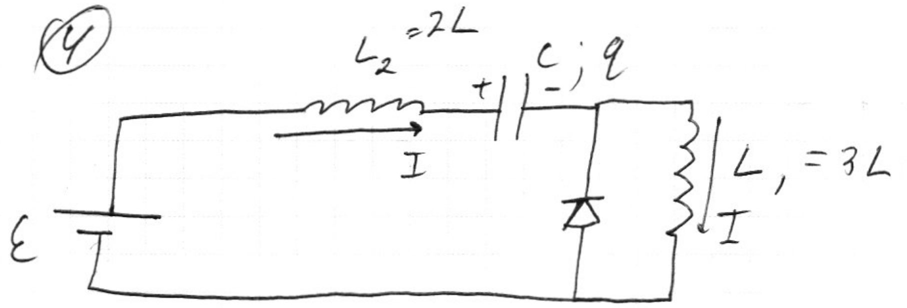
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4



• Разберёмся что происходит.

в начале диод – закрыт и $I_0 = 0$; $q = 0$ заряд на конд.

~~...~~

напряж на катушках > 0 и увеличение

до момента $U_C = \mathcal{E}$, в этот момент $I = I_{01} = I_{m_1}$ и $\frac{dI}{dt} = 0$ $U_{L_1} = U_{L_2} = 0$

$\Rightarrow \underline{q_0 = \mathcal{E}C}$, далее конденсатор заряжается, а напряж на катушках < 0 I – убывает до момента $I = 0$, из ЗСЭ

$$q_1 \cdot \mathcal{E} = \underbrace{W_{L_1} + W_{L_2}}_{=0} + \frac{q_1^2}{2C} + \underset{=0}{Q} \Rightarrow \underline{q_1 = 2\mathcal{E}C} -$$

заряд на пластинах в момент $I = 0$

~~$\Rightarrow$ далее I – меняет направлен и~~

~~...~~ для таких колебаний ур-н гармонич. выглядит $2L\ddot{q} + 3L\ddot{q} + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$

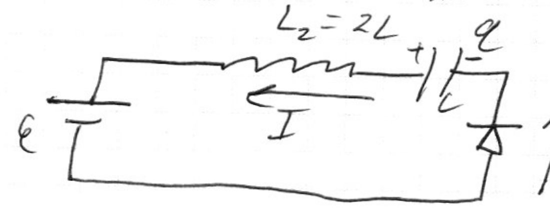
$\Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5L} \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{1}{5LC} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{5LC}$

, но с момента I ~~...~~: $0 \to I_{01} \to 0$ прошло $\frac{T_1}{2}$

$\Rightarrow [\tau_1 = \pi\sqrt{5LC}]$.

④ • Далее I - меняет направление и диод включается => $U_{L_1} = 0$ к вход не несёт $I_{L_1} = 0$

=> схема эквивалентна



; Но в начале $q_1 = 2\varepsilon C$

И потом q - уменьшается, до момента

$q = q_0 = \varepsilon C \Rightarrow U_{L_2} = 0 = \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow I = I_{0_2}$

-, далее q - уменьш и $U_{L_2} > 0$

=> I - уменьшается, и всё закончится, когда $q = 0$; $I = 0$; ~~период~~ тогда с момента $q: 2\varepsilon C \to \varepsilon C \to 0$ пройдёт $\tau_2 = \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{2LC}$; т.к. ур-н колеб. тепер

$2L\ddot{q} + \frac{q}{C} = \varepsilon$; $\ddot{q} + \frac{q}{2LC} = \frac{\varepsilon}{2L} \Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{1}{2LC}}$

=> период T вых колеб = $T = \tau_1 + \tau_2 = \pi(\sqrt{2LC} + \sqrt{5LC})$

через T система вернётся в нач. положение и всё начнётся вновь.

• ЗСЭ для $I = I_{01}$

$\frac{I_{01}^2}{2} \cdot 2L + \frac{I_{01}^2}{2} 3L + \frac{\varepsilon^2 C}{2} = \varepsilon^2 C$

=> $\boxed{I_{01} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}}$;

• ЗСЭ для $I = I_{02}$

$\frac{I_{0_2}^2}{2} 2L - \frac{4\varepsilon^2 C}{2} + \frac{\varepsilon^2 C}{2} = -\varepsilon^2 C$; $\boxed{I_{0_2} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{2L}}} > I_{0_1}$

ОТВЕТ: $T = \pi(\sqrt{2} + \sqrt{5})\sqrt{LC}$; $I_{0_1} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}$; $I_{0_2} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{2L}}$

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

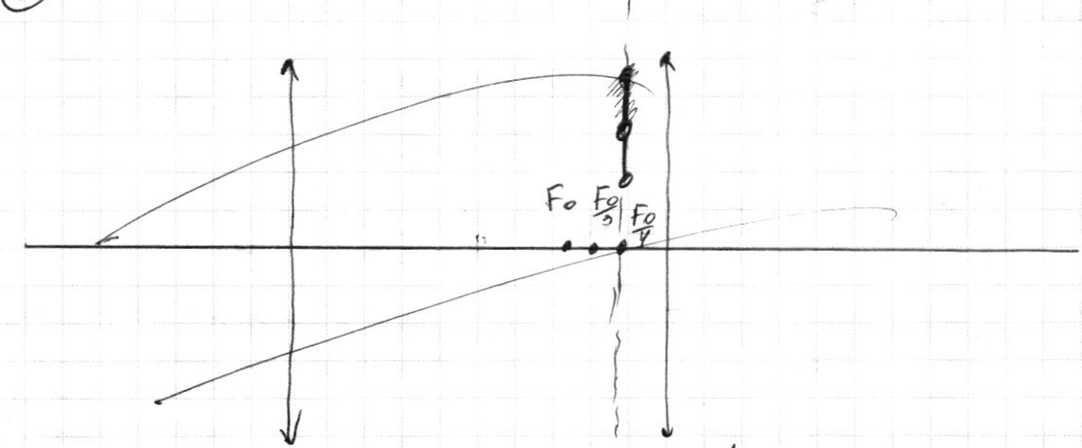
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

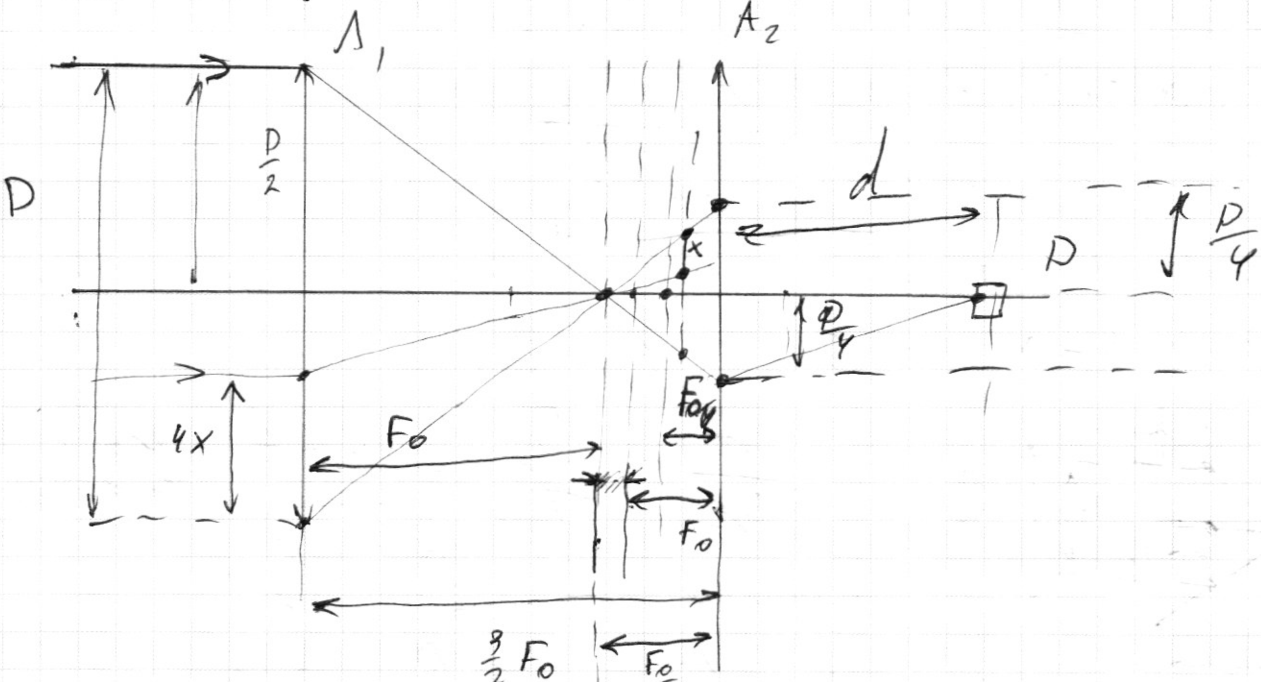
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5





• Лучи попадают на детектор => ф. Т. линзы

$$\frac{1}{F_0/2} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_0/3} \Rightarrow \boxed{d = F_0}$$

• x – длина мишени M

· самый крайний луч попавший на линза Л₁, пойдёт на $Л_2$ и попадёт на верхнюю точку от ГОО на $\frac{D}{4}$ => диаметр ~~линзы~~ пучка уменьшится вдвое $\frac{D}{2}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(5) • Когда мишень уже идёт по пучку, то все лучи диаметр которого $= 4x$ попадут на мишень длинной x

$\frac{x}{4x} = \frac{F_0/4}{F_0}$; $\Rightarrow N_c = N_0 \left(1 - \frac{4x}{D}\right)$; где

N_0 – мощность без мишени.

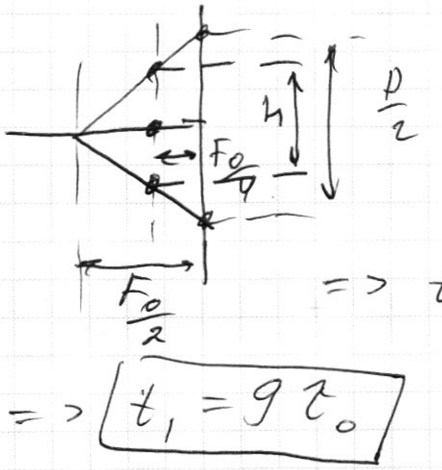
• тогда $\frac{N_0}{N_c} = \frac{I_0}{\frac{8}{9} I_0} \Rightarrow 1 - \frac{4x}{D} = \frac{8}{9}$

$\Rightarrow \frac{4x}{D} = \frac{1}{9} \Rightarrow \left[x = \frac{1}{36} D\right]$; (т.к падающая мощность на детектор ~ начальной мощности на Λ_1 т.к все углы маленькое)

• Когда I – меньшая мишень только заезжает в пучок, тогда

$v\tau_0 = x \Rightarrow \boxed{v = \frac{1}{36} \frac{D}{\tau_0}}$;

• Пока $t : t_0 \to t_1$; нижний край мишени прошёл $h - x$ за время $t_1 - \tau_0$



$\frac{h}{D/2} = \frac{F_0/4}{F_0/2} \Rightarrow \underline{h = \frac{D}{4}}$ – из подобия

$\Rightarrow h - x = \frac{D}{4} - \frac{D}{36} = \frac{8}{36} D$

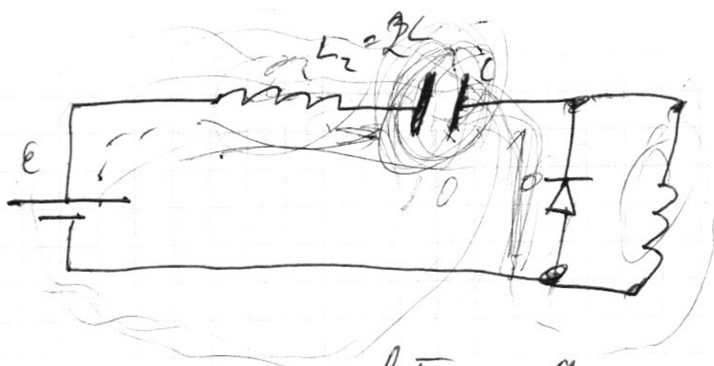
$\Rightarrow t_1 - t_0 = \frac{h-x}{v} = \frac{\frac{8}{36} D}{\frac{1}{36} \frac{D}{\tau_0}} = 8\tau_0$

$\Rightarrow \boxed{t_1 = 9\tau_0}$

<u>ОТВЕТ</u>: $d = F_0$; $t_1 = 9\tau_0$; $v = \frac{1}{36} \frac{D}{\tau_0}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2
(Нумеровать только чистовики)



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

$$\mathcal{E} = 2L\cdot\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} + 3L\cdot\frac{dI}{dt} \quad = \ddot{q}$$

$$\mathcal{E} = 5L\cdot\ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5L}$$

$\frac{1}{5LC} = \omega^2$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{5LC}}$

~~$T = 2\pi \omega = 2\pi$~~

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{5LC}$$

$\frac{T}{2} = \pi\sqrt{5LC}$

$I=0 \to I=I_m \to I=0$

$\frac{T}{2} = \pi\sqrt{3LC}$

$$T = \pi(\sqrt{3}+\sqrt{5})\sqrt{LC}$$

$CU_C = \mathcal{E}$

$q = \mathcal{E}\cdot C$

$$\frac{I^2}{2}2L + \frac{I^2}{2}\cdot 3L + \frac{\mathcal{E}^2C^2}{2C} = \mathcal{E}C\cdot\mathcal{E}$$

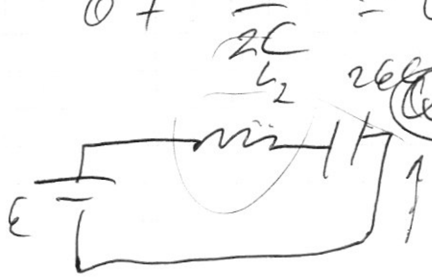
$$I^2\frac{5L}{\cancel{2}} = \frac{\mathcal{E}^2C}{\cancel{2}}$$

$$I_{1m} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$$

$$I = \mathcal{E}\sqrt{\frac{5C}{2L}}$$

$$0 + \frac{Q^2}{2C} = Q\cdot\mathcal{E}$$

L_2 $2\mathcal{E}C$ $Q = 2\mathcal{E}C$



$$\frac{I^2 2L}{\cancel{2}} + \frac{4\mathcal{E}^2C^2}{\cancel{2}C} - \frac{4\mathcal{E}^2C^2}{2C} = 2\mathcal{E}C\cdot\mathcal{E}$$

$$I_2^2 = \mathcal{E}^2C + 4\mathcal{E}^2C$$

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

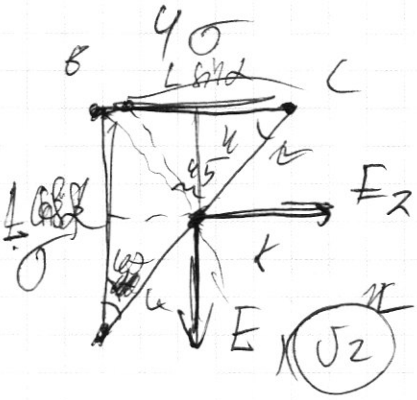
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

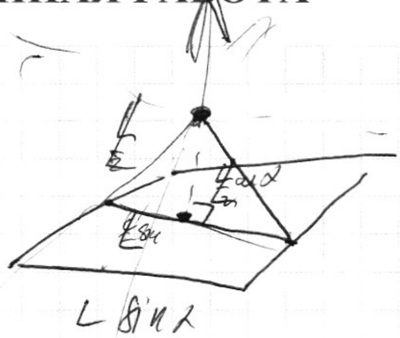
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



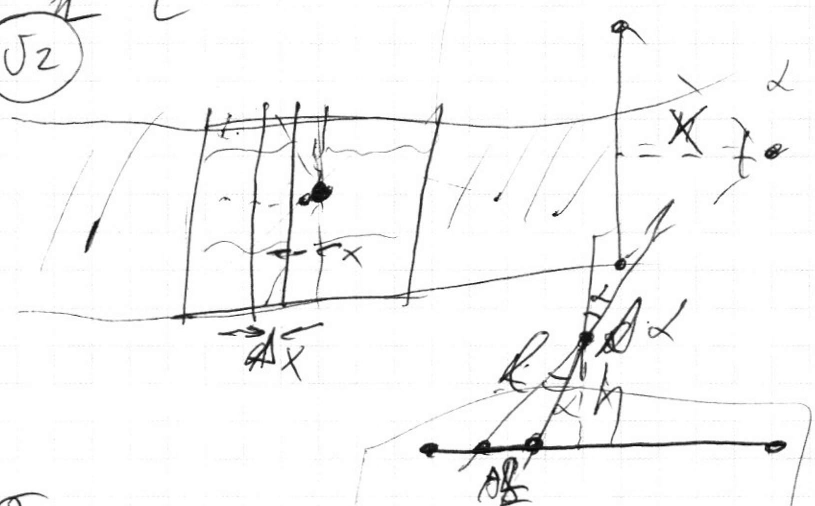
$\sqrt{2}$



$\frac{\sqrt{2}}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$

$-4e^2C - e^2C = -2e^2C$

$\frac{\pi}{8}$



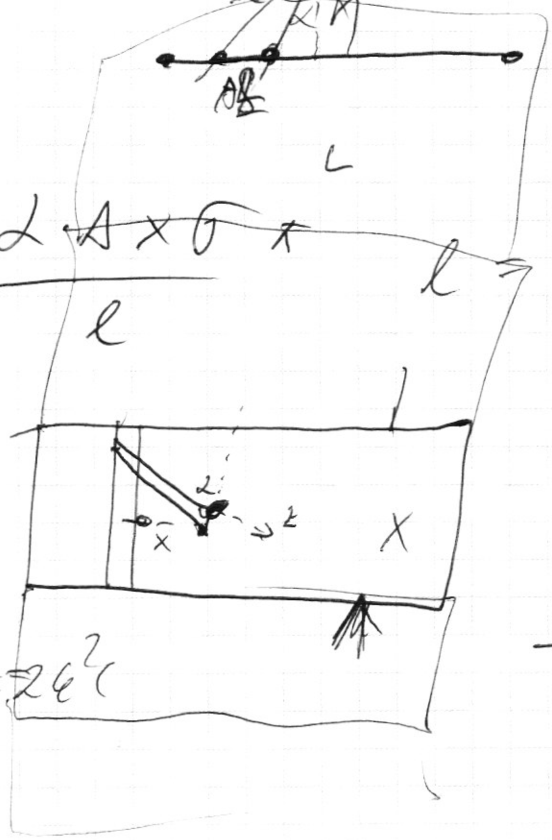
$l\Delta\alpha$

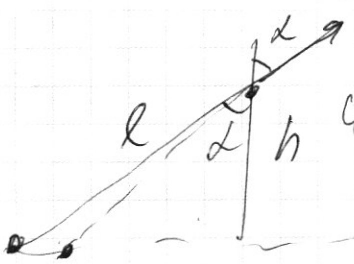
$$\frac{\Delta\alpha \cdot \Delta x \cdot \sigma}{l^2} k$$

$$\frac{\Delta\alpha\, \Delta x\, \sigma k}{l} \qquad l \to \frac{h}{\cos\alpha}$$

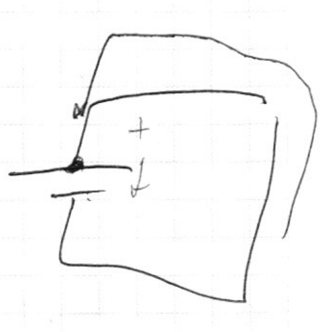
$$\frac{\cos^2\alpha\, d\alpha \cdot \Delta x\, \sigma k}{h} =$$

$$2e^2C - \frac{e^2C}{2} = -\frac{e^2C}{2\varepsilon_0}$$





$4e^2C - 2e^2C = 2e^2C$



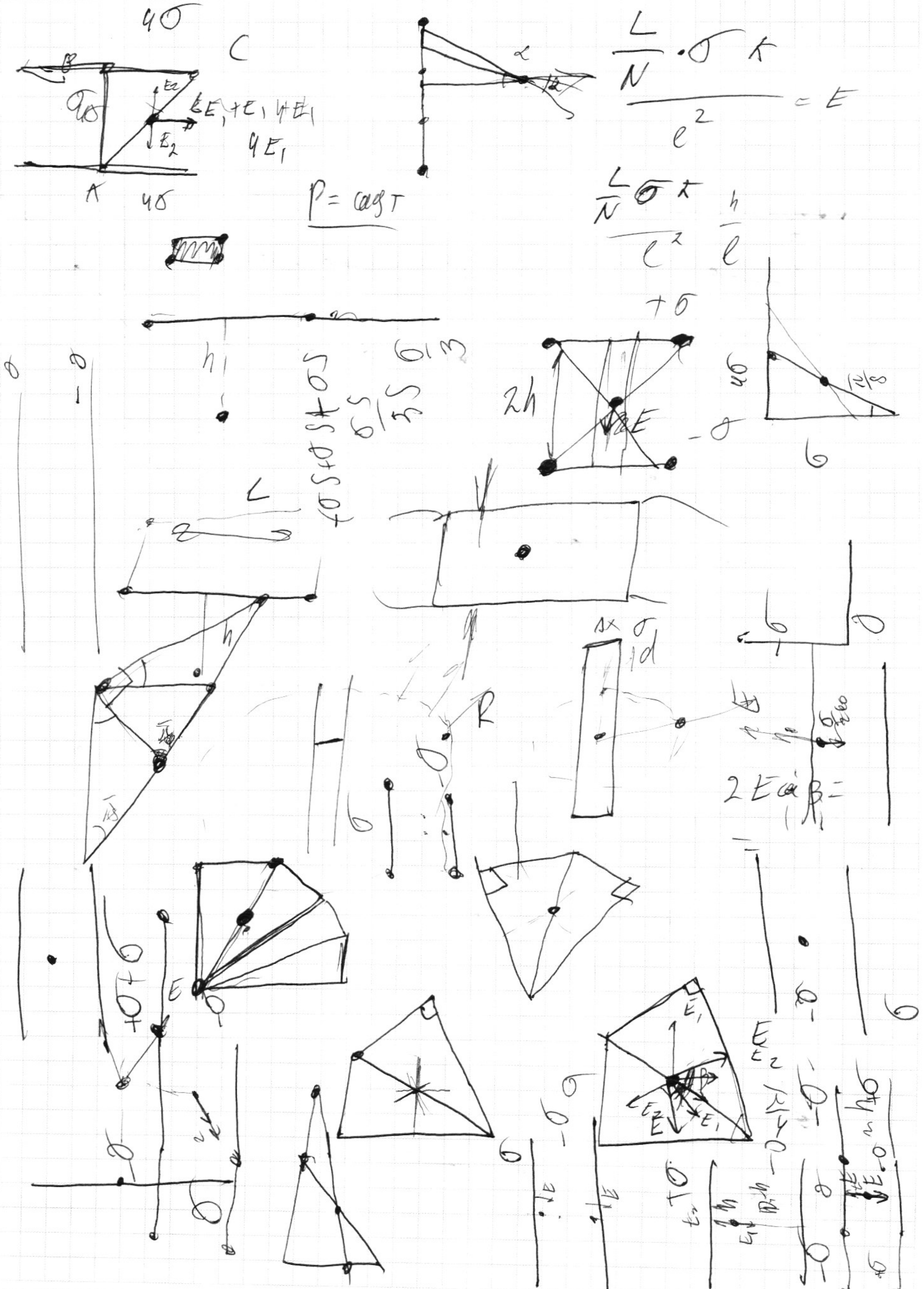
$$\frac{l\, d\alpha \cdot \sigma}{l^2} k \cdot \cos\alpha = \frac{\cos^2\alpha\, d\alpha\, \sigma k}{h}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)


4σ
C
A
4E₁
2h
+σ
-σ
L
R
2 E cos β =

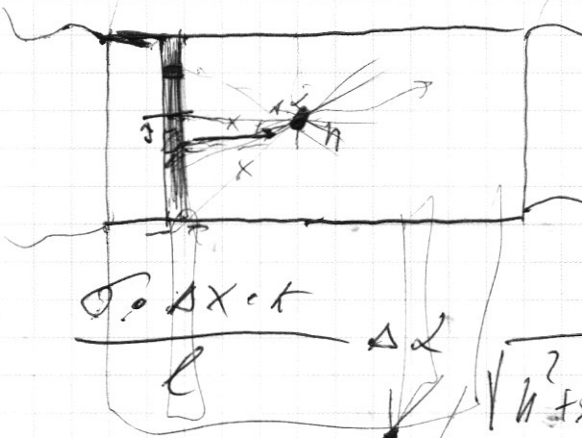
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

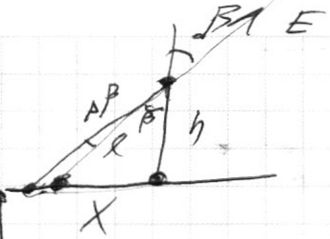
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

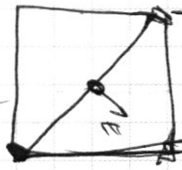
ШИФР

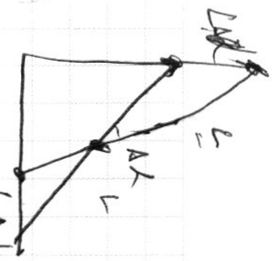
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА







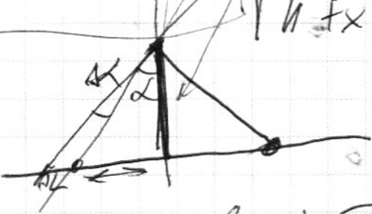


$x = l \Delta\beta$

$$\frac{\sigma \cdot \Delta x \cdot k}{l} \Delta\alpha$$

$\sqrt{h^2+x^2}$

$\cos\beta = \frac{h}{\sqrt{h^2+x^2}\, l}$



$x = l \sin\beta$

$$\frac{l \Delta\alpha\, \sigma \cdot \Delta x \cdot k}{l^2} \cdot \left(\cos\alpha = \frac{\sqrt{h^2+x^2}}{l}\right)$$

$$\Delta x \frac{\Delta\alpha\, \sigma\, k}{l^2} \cdot \sqrt{h^2+x^2} = \frac{\Delta\alpha\, \sigma\, k}{l^2} \cdot \sqrt{h^2+x^2} \cdot \Delta\beta \cdot h$$

$$\frac{\Delta\alpha\, \sigma\, k}{l^2} h \cdot \sqrt{h^2+l^2 \sin^2\beta}\; \frac{h}{\cos\beta}\, \Delta\beta$$

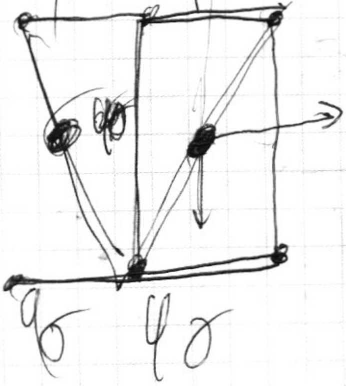
q q

$N \cdot d = \alpha \cdot E$

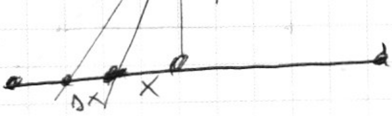
$\boxed{N d = \alpha \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$

$\alpha = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 d N}$

4σ 4σ



$q\sigma$ 4σ



$$\frac{\Delta\alpha\, \sigma \cdot k}{l^2} \cdot \frac{h}{\cos\alpha}$$

$l = \frac{h}{\cos\alpha}$

$\frac{\sigma k}{h} \cos^2\alpha\, d\alpha = dE$

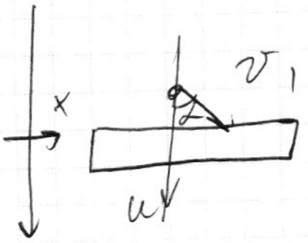
☑ черновик ☐ чистовик

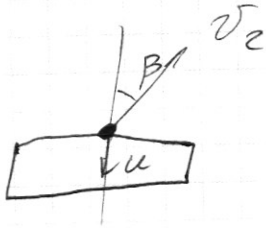
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$\frac{24}{\cancel{9}\,6^2 C}{2} -$





$$\begin{cases} v_2 \cos\beta = u \\ v_2 \sin\beta = v_1 \sin\alpha \end{cases}$$

$$\boxed{\begin{aligned} v_2 &= v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \\ u &= v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \operatorname{ctg}\beta \end{aligned}}$$

$v_2 = 6 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12 \ \frac{м}{с}$

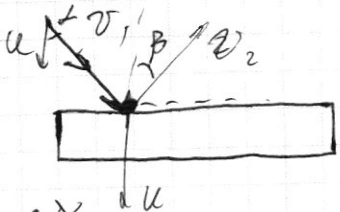
$u = 12 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 8\sqrt{2} \ \frac{м}{с}$

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

$\frac{8}{9} \quad \frac{1}{9}$

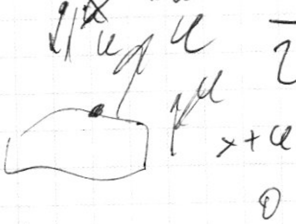
$\cos\alpha = \sqrt{\frac{9-4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$v_1 \cos\alpha + 2 v_2 \cos\beta =$
$= v_2 \cos\beta$



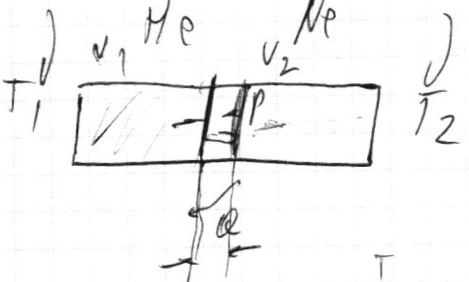
$v_2 \sin\beta = v_1 \sin$

$\overrightarrow{v_1} m + \cancel{\overrightarrow{u_1}} M = \overrightarrow{v_2} m + \cancel{\overrightarrow{u_2}} M$



~~$\overrightarrow{v_1} + \overrightarrow{u} = \overrightarrow{v_2}$~~ $\Rightarrow \overrightarrow{u_1} = \overrightarrow{u_2}$

②



$\text{мгу} \Rightarrow p_1 = p_2$

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

$p = const\, T$

$V_1 = V_2$

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

~~$Q = A + \Delta U$~~

$-A \quad \Delta U = 0 \quad \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_2) = 0$

$p \cdot dV = dA$

$dA = \frac{\nu R T}{V} dV$

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

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

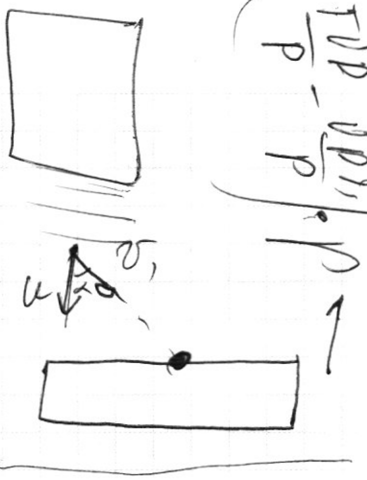
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

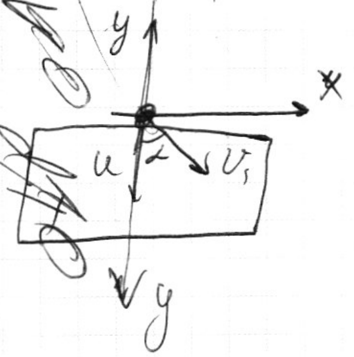
(заполняется секретарём)

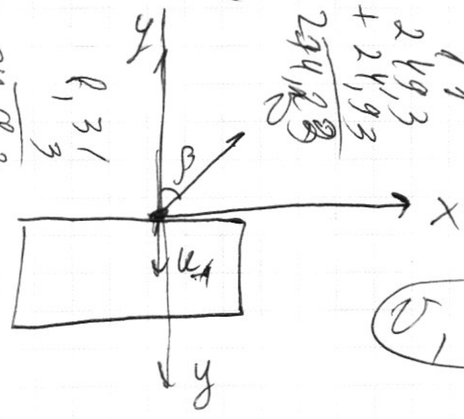
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$(u + v_1\cos\alpha)\, m = (m+M)\cdot u$





$v_1\cos\beta = u$

$(u + v_1\cos\alpha)\, m = (u_1 - v_1\cos\beta)\, m$

$\cancel{u + v_1\cos\alpha = u - v_1\cos\beta}$

$v_1\cos\alpha$

$v_2\cos\beta$

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

440
330
440

400
350
35
315

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

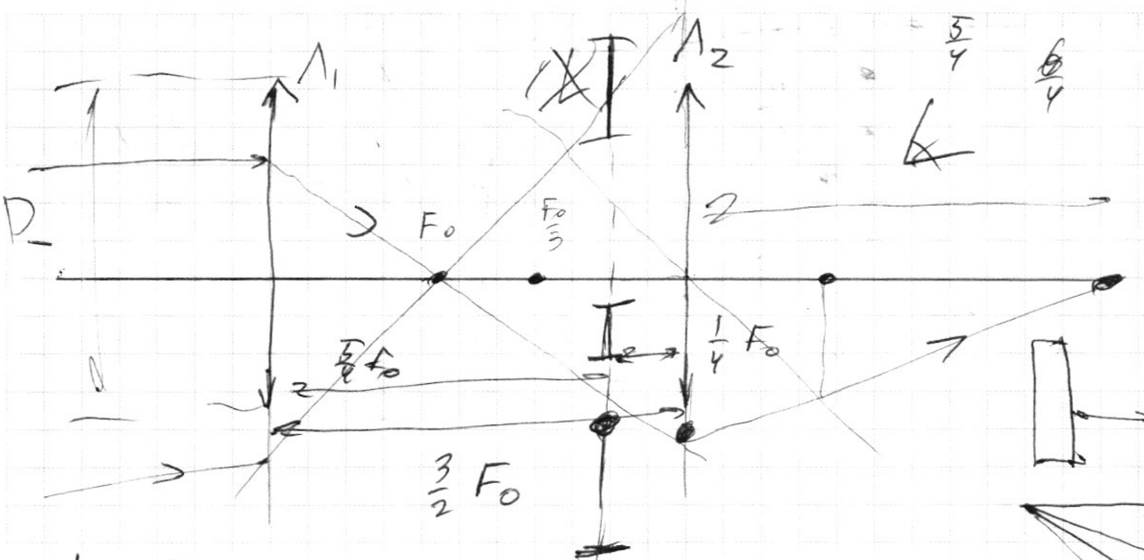
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

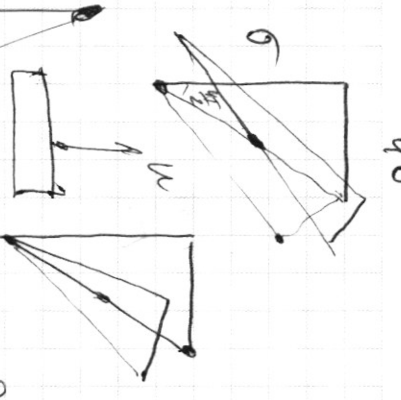
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\frac{5}{4}$ $\frac{6}{4}$ L

$F_0 + \frac{F_0}{3}$

$\frac{4}{3}F_0 < \frac{3}{2}F_0$

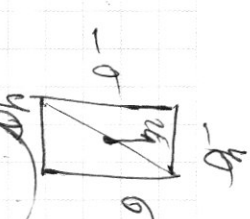


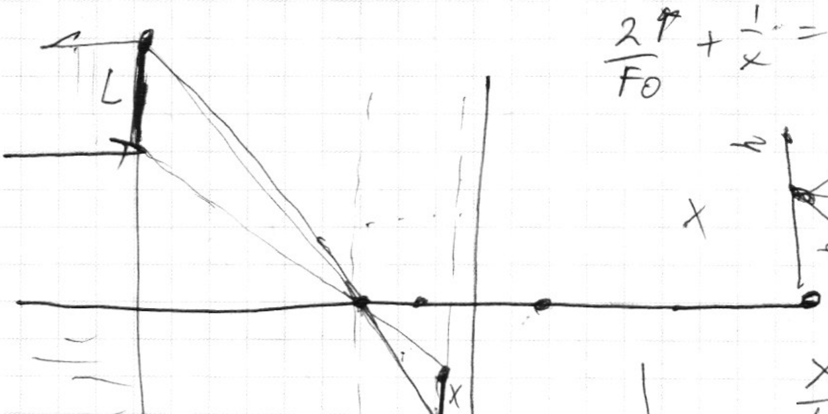
$$\frac{1}{\frac{3}{2}F_0} + \frac{1}{x} = \frac{3}{F_0} \qquad \frac{1}{x} = \frac{2}{F_0} - \frac{3}{F_0}$$

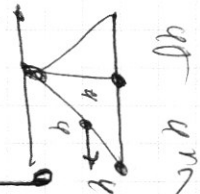
$$\frac{1}{\frac{1}{2}F_0} + \frac{1}{x} = \frac{1}{\frac{F_0}{3}}$$

$$\frac{2}{F_0} + \frac{1}{x} = \frac{3}{F_0}$$

$$x = F_0$$







$$\frac{x}{L} = \frac{\frac{2F_0}{4} - \frac{F_0}{4}}{F_0} = \frac{1}{4}$$

$$L = 4x$$

$N \sim (D-L)$

$N_0 = L \cdot D$

$$N = \frac{N_0}{D}(D-4x)$$

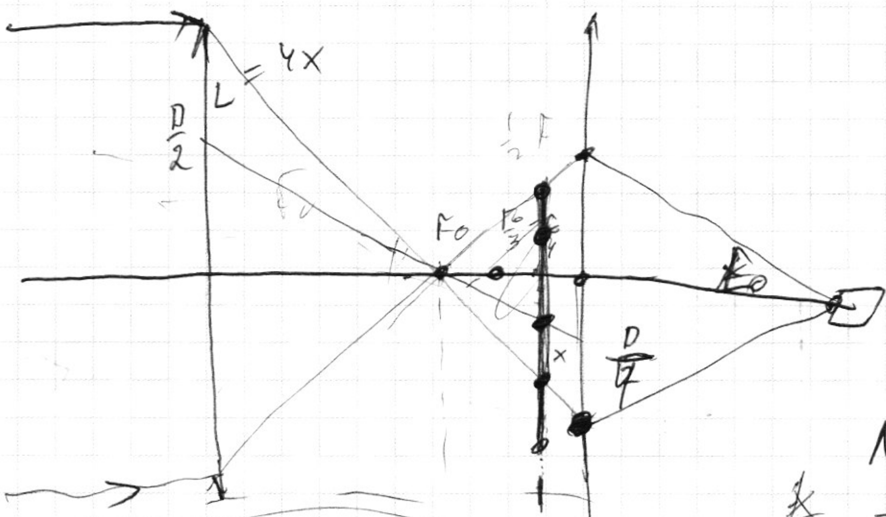
$\frac{N_0}{D}(D-4x$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$$\frac{\frac{D}{2}}{\frac{D}{x}} = \frac{\frac{F_0}{2}}{F_0}$$

$N \cdot N_0 \to N_0 \cdot \left(\frac{D-4x}{D} - \frac{4x}{D}\right)$

$$\frac{x}{\frac{D}{2}} = \frac{F_{0}/2}{F_0}$$

$$(t_1 - \tau_0)\,v = \frac{D}{4} - x$$

$$L = \frac{D}{4}$$

$R \quad I_0 \, U$

$I_0 = N_0$

$N \sim I_0$

$$\frac{N_0}{N_0}$$

$$\frac{N_0}{N_0\left(1-\frac{4x}{D}\right)} = \frac{I_0}{\frac{8}{9} I_0}$$

$$\frac{N_0\left(\frac{D-4x}{D}\right)}{N_0} = \frac{8}{9}$$

$$1 - \frac{4x}{D} = \frac{8}{9}$$

$$\frac{1}{9} = \frac{4x}{D}$$

$$D - 4x = \frac{8}{9} D$$

$$\frac{1}{9} D = 4x$$

$t_1 =$

$$x = v\tau_0$$

$$v = \frac{1}{36}\frac{D}{\tau_0}$$

$$x = \frac{1}{36} D$$

9

$$t_1 - \tau_0 = \frac{\frac{8}{36} D}{\frac{1}{36}\frac{D}{\tau_0}} = 8\tau_0 \qquad t_1 = 9\tau_0$$

F

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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