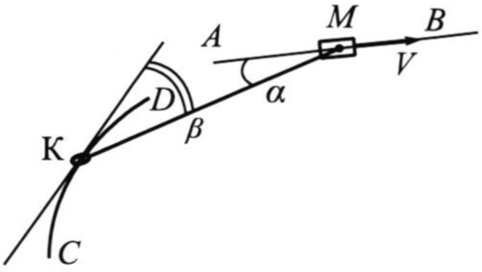
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

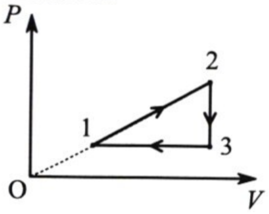
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 3/5)$ с направлением движения муфты и угол $\beta(\cos\beta = 8/17)$ с направлением движения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



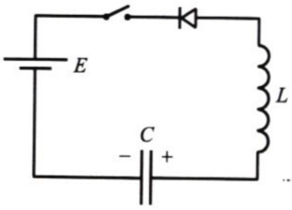
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0{,}2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

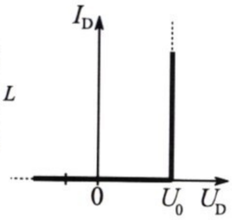
1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

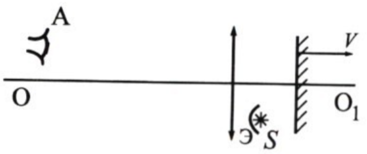
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





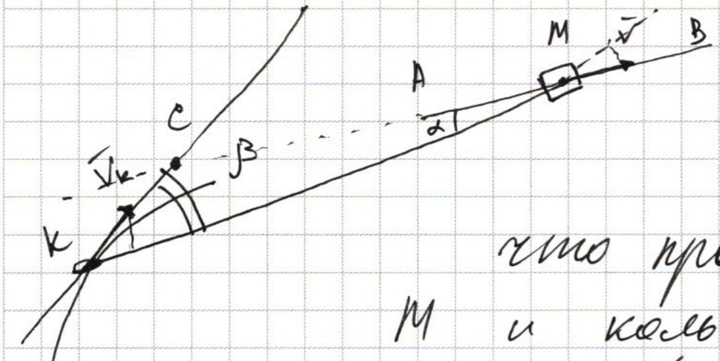
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO$_1$ линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO$_1$ и на расстоянии плоскости $F/3$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO$_1$. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO$_1$ движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

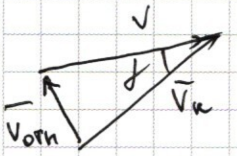


1) Найдём скорость кольца $V_к$: для этого будем пользоваться тем, что проекции скоростей муфты M и кольца K на трос равны, т.к. трос натянут (из этих соображений следует, что $V_к$ направлена „вверх" по касательной (см. чертёж))

$$V_к \cos\beta = V\cos\alpha$$

$$V_к = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 40\cdot\frac{\frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} = 40\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{17}{8} = 3\cdot 17 = \boxed{51 см/с}$$

2) Относительную скорость найдём из закона сложения скоростей: $\vec{V_{абс}} = \vec{V_{отн}} + \vec{V_{пер}} \Rightarrow \vec{V_{отн}} = \vec{V_к} - \vec{V}$



Угол γ знаем, т.к. $\angle KCA = 180^\circ - \alpha - \beta$; $\gamma = 180^\circ - \angle KCA = \alpha + \beta$.

$$(V_{отн})^2 = V_к^2 + V^2 - 2V_к V\cos(\alpha+\beta).$$

$$V_{отн} = \sqrt{V_к^2+V^2-2V_к V\cos(\alpha+\beta)}$$

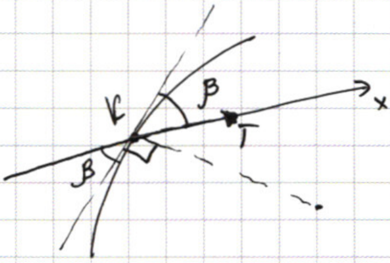
Из тригонометрии: $\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$

$$\left.\begin{aligned}\sin\alpha &= \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}\\ \sin\beta &= \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\frac{64}{289}} = \frac{15}{17}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \cos(\alpha+\beta) = \frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} - \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17} = -\frac{36}{5\cdot 17}$$

Тогда $(V_{отн})^2 = 9\cdot 17^2 + 1600 + 2\cdot 3\cdot 17\cdot 40\cdot\frac{36}{5\cdot 17} = 2601+1600+$
$+ 1728 = 5929 = 77^2$

$V_{отн} = \boxed{77 см/с.}$

3) Кольцо движется по окружности.



Запишем II З. Ньютона на O_x:

$T = ma_x = m a_ц \cdot \sin\beta$, где a_x – пр-я уск. к на Ox; $a_ц$ – центрострем.

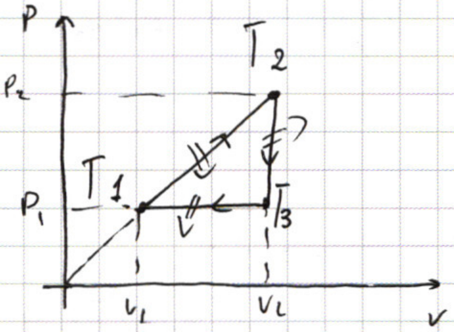
$T = \frac{m v_к^2}{R} \cdot \sin\beta = \frac{1 \cdot 0{,}51 \cdot 0{,}51}{1{,}7} \cdot \frac{15}{17} =$

$= \frac{51 \cdot 51 \cdot 10^{-4}}{17 \cdot 10^{-1}} \cdot \frac{15}{17} = \frac{3 \cdot 17 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 15}{17 \cdot 17 \cdot 10^3} = \frac{9 \cdot 15}{10^3} = \boxed{135 \cdot 10^{-3}\ Н.}$

(в общем виде $T = \frac{m v_к^2}{R} = \frac{m}{R}\left(v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)^2$)

Также использовано, что на кольцо действует сила реакции проволоки

№2



T_1, T_2, T_3 – т-ры в точках 1, 2, 3 соотв.

1) Найдём мол. т-ть в 1-2:

$Q = c\nu\Delta T_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} + A_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} + \frac{P_1V_1(k^2-1)}{2}$

$A_{12} = \frac{P_1+P_2}{2}\Delta V_{12} = \frac{P_1V_1(k+1)(k-1)}{2} = \frac{P_1V_1(k^2-1)}{2}$

(из пл-ди трапеции; k – к-т наклона пр-й 1-2)

$\nu R\Delta T_{12} = \nu RT_2 - \nu RT_1 = k^2P_1V_1 - P_1V_1 = P_1V_1(k^2-1) \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta T = \frac{P_1V_1}{\nu R}(k^2-1)$ Тогда

$\frac{1}{R} c P_1V_1(k^2-1) = \frac{4}{2}P_1V_1(k^2-1) \Rightarrow c_{12} = 2R$. (т.к. газ идеал. одноат.)

2) • $T_2 > T_1$ т.к. $T_1 = \frac{P_1V_1}{\nu R}$; $T_2 = \frac{k^2P_1V_1}{\nu R}$, где k – к-т наклона пр-й 1-2.

• $T_2 > T_3$, т.к. $T_2 = \frac{P_2V_2}{\nu R}$; $T_3 = \frac{P_1V_2}{\nu R}$, $P_2 > P_1 \Rightarrow T_2 > T_3$

• $T_3 > T_1$, т.к. $T_1 = \frac{P_1V_1}{\nu R}$; $T_3 = \frac{P_1V_2}{\nu R}$, $V_2 > V_1 \Rightarrow T_3 > T_1$

Значит т-ра понижалась на 2-3 и 3-1.

$\frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{c_V}{c_P} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{5}$

$C_{23}\,\nu(T_3-T_2)=\frac{3}{2}\nu R(T_3-T_2) \Rightarrow C_{23}=\frac{3}{2}R$

$C_{31}\,\nu(T_1-T_3)=\frac{3}{2}\nu R(T_1-T_3)+P_1(V_1-V_3)=\frac{3}{2}\nu R(T_1-T_3)+\nu R(T_1-T_3)=$

$=\frac{5}{2}\nu R(T_1-T_3) \Rightarrow C_{31}=C_p=\frac{5}{2}R.$

3) $\frac{Q_{12}}{A_{12}}=\frac{c_{12}\nu\Delta T_{12}}{\frac{P_1V_1(k^2-1)}{2}}=\frac{2R\nu\left(\frac{k^2P_1V_1}{\nu R}-\frac{P_1V_1}{\nu R}\right)}{P_1V_1(k^2-1)}=\frac{4P_1V_1(k^2-1)}{P_1V_1(k^2-1)}=4$

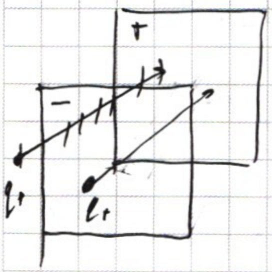
(использованы данные из п. 1))

4) $\eta=\frac{A_{цикл}}{Q_+}=\frac{A_{12}-|A_{31}|}{Q_{12}}=\frac{\frac{P_1V_1(k^2-1)}{2}-(P_1V_1\cdot k-P_1V_1)}{c_{12}\nu\Delta T_{12}}=$

$=\cancel{2P_1V_1(k^2-1)}\ \frac{\frac{P_1V_1(k^2-1)}{2}-P_1V_1(k-1)}{2P_1V_1(k^2-1)}=\frac{k^2-1}{4(k^2-1)}-\frac{(k-1)}{2(k^2-1)}=$

$=\frac{1}{4}-\frac{1}{2(k+1)}$ при очень большом k (в пределе) второе слагаемое будет стремиться к 0. Значит, в пределе, $\eta_{max}=\frac{1}{4}=\boxed{25\%}$

$\boxed{№3}$



1) Т.к. сторона квадрата >> d, то краевыми эффектами можно принебречь, а значит, т.к. q_+ влетает по оси симметрии, где поле однородно, выполн. закон изм. импульса:

$\cancel{mg}\ mv_1=Ft=Eqt$

$t=\frac{m}{q}\frac{v_1}{E}=\frac{1}{\gamma}\frac{v_1}{E}$

Из ЗСЭ имеем:

~~$\frac{mv_1^2}{2} = F \cdot 0,8d = qE\,0,8d \Rightarrow E = \frac{m}{q}\frac{v_1^2}{1,6d} = \frac{v_1^2}{1,6d\gamma}$~~

~~$t = \frac{1}{\gamma}\frac{v_1}{E} = \frac{1}{\gamma}\frac{v_1 \cdot 1,6d\gamma}{v_1^2} = \boxed{\frac{1,6d}{v_1}}$~~

$\frac{mv_1^2}{2} = F \cdot 0,8d + qE \cdot 0,8d =$

$= qE \cdot 0,8d + E \cdot 0,8d\,q = 1,6dEq \Rightarrow$

$\Rightarrow E = \frac{m}{q} \cdot \frac{v_1^2}{3,2d} = \frac{v_1^2}{3,2d\gamma} \Rightarrow$

$\Rightarrow t = \frac{v_1 \cdot 3,2d\gamma}{\gamma v_1^2} = \boxed{\frac{3,2d}{v_1}}$

~~2) $U = E \cdot d = \boxed{\frac{v_1^2}{1,6d\gamma}}$~~

2) $U = E \cdot d = \boxed{\frac{v_1^2}{3,2\gamma}}$

3) На бесконечности энергия зарах. частицы $\frac{mv_0^2}{2}$, т.к. $\varphi_k = 0$. на бесконечности ~~(т.к. $d \ll$ этого бесконечного расстояния и~~

При подлёте заряда к конденсатору, на очень близком расстоянии уже нельзя считать, что потенциал, созд. конденсатором 0 и приходится учитывать разность потенциалов конденсатора.

Вблизи обкладки конденсатора потенциал поля будет равен половине ⊛ разности потенциалов конденсатора $\frac{U}{2}$, а значит будет ещё энергия вз-я поля и заряда. Тогда по ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{Uq}{2}$, т.к. п-ал при прибл-ии к отр. обкладке отриц.

$v_0^2 = v_1^2 + 2\frac{U}{2}\frac{e}{m} = v_1^2 - 2\frac{U}{2}\gamma = v_1^2 - \frac{v_1^2}{3,2} =$ ~~$\frac{1,8v_1^2}{6,8}$~~ [illegible] ~~$\boxed{\frac{9}{4}v_1^2}$~~ $=$

$\frac{2,2v_1^2}{3,2} = \frac{11}{16}v_1^2$

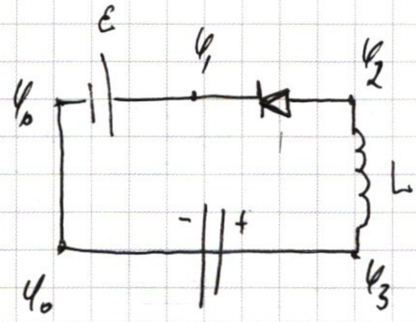
$= v_1^2 + \frac{v_1^2}{3,2} =$ ~~$\frac{4,2v_1^2}{3,2}$~~ $=$ ~~$\frac{13}{8}v_1^2$~~ ~~$\frac{44}{32}v_1^2$~~ [illegible] $\Rightarrow \boxed{v_0 = \frac{\sqrt{11}}{4}v_1}$

⊛ Половине, т.к. разность п-лов ~~в~~ есть удвоенный модуль п-ла, созд. каждой из обкладок в точке нахождения другой.

См. дополнение на стр ⑦

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)



№4

1) Распишем потенциалы точек:
Пусть $\varphi_0 = 0.$, тогда $\varphi_3 - \varphi_0 = U_1 = 6В \Rightarrow$
$\Rightarrow \varphi_3 = 6В$.
$\varphi_1 - \varphi_0 = E \Rightarrow \varphi_1 = 3В$ ~~$\varphi_1 > U_0 \Rightarrow$~~
~~$\Rightarrow$ диод открыт.~~ Но диод ток в напр-ии $\varphi_1 \rightarrow \varphi_2$ не пропускает, а катушка в начальный момент - всё равно, что разрыв цепи, ~~значит~~ ~~$\varphi_2 = \varphi_3 = 6В$.~~ Запишем обобщённый з-н Ома для участка $\varphi_1 - \varphi_3$: $0 = \varphi_3 - \varphi_1 - L\dot{J} - U_0$

$$L\dot{J} = U_1 - E - U_0$$

$$\dot{J} = \frac{U_1 - E - U_0}{L} = \frac{2}{0{,}2} = 10 \text{ А/с}.$$

2) Найдём макс. ток через З.С.Э.

$$\frac{LJ^2}{2} + (E + U_0)\Delta q + \frac{(q - \Delta q)^2}{2C} = \frac{U_1^2 C}{2}$$, где $q = U_1 C$,

Δq - перетекший заряд.

$$\frac{LJ^2}{2} = \frac{q^2}{2C} - \frac{(q - \Delta q)^2}{2C} - (E + U_0)\Delta q$$

$$J^2 = \frac{q^2}{LC} - \frac{(q - \Delta q)^2}{LC} - \frac{2(E + U_0)\Delta q}{L}.$$

Найдём пр-ю

$$(J^2)' = \frac{2(q - \Delta q)}{LC} - \frac{2(E + U_0)}{L} = 0$$

$$\frac{2(q-\Delta q)}{LC} = \frac{2(E+U_0)}{L}$$

$$q-\Delta q = (E+U_0)C$$

$$\Delta q = q-(E+U_0)C = U_1C-(E+U_0)C = C(U_1-E-U_0)$$

Тогда найдём I_{max}:

$$\frac{LI_{max}^2}{2} + C(E+U_0)(U_1-E-U_0) + \frac{(U_1C-U_1C+(E+U_0)C)^2}{2C} = \frac{U_1^2C}{2}$$

$$\frac{LI_{max}^2}{2} + C(E+U_0)(U_1-E-U_0) + \frac{(E+U_0)^2C}{2} = \frac{U_1^2C}{2}.$$

$$I_{max} = \cancel{\frac{L I_{max}^2}{2}} = \sqrt{\left(\frac{U_1^2C}{2} - \frac{(E+U_0)^2C}{2} - C(E+U_0)(U_1-E-U_0)\right)\cdot\frac{2}{L}}$$

$$\frac{LI_{max}^2}{2} + 20\cdot10^{-6}\cdot4\cdot2 + \frac{16\cdot20\cdot10^{-6}}{2} = \frac{36\cdot20\cdot10^{-6}}{2}.$$

$$\frac{LI_{max}^2}{2} = 10^{-6}\cdot\left(36\cdot10-16\cdot10-40\cdot4\right) = 10^{-6}\cdot4\cdot10 = 4\cdot10^{-5}$$

$$I_{max}^2 = \frac{8\cdot10^{-5}}{0{,}2} = 4\cdot10^{-4}$$

$I_{max} = 2\cdot10^{-2}$ A.

3) Напряжение на к-ре установится, когда ток перестанет течь (по подводящим проводам, иначе напр-е будет меняться из-за изменения заряда) Ток перестает течь, когда его перестанет пропускать диод, ~~тот~~ то есть напр-е на нём будет ниже порогового.

Запишем З. Кирхгофа: $U_c - L\dot{I} - E = U_0$

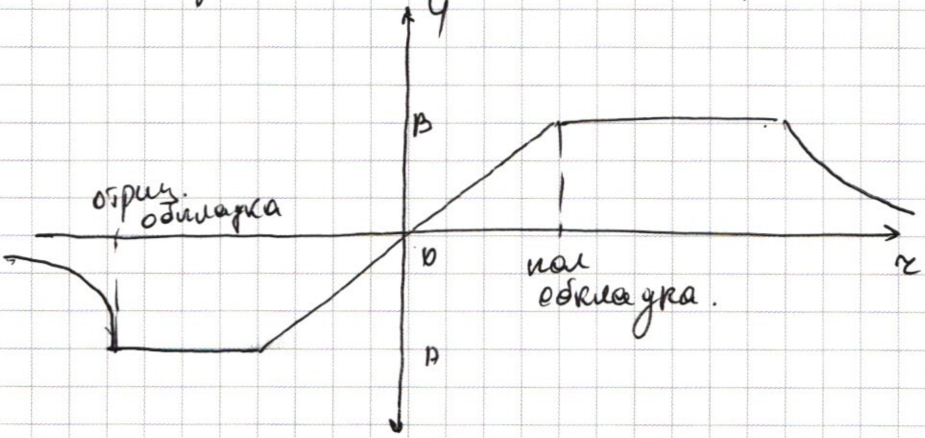
Т.к. ~~ток~~ режим установился, то $\dot{I}=0$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$U_c = E+U_0 =$ ~~4В~~ $\boxed{4В}$

Дополнение к задаче $\boxed{№3}$:

Использовался график п-ала к-ра от расстояния, который выглядит так:



именно отсюда следует расставление знаков в ЗСЭ п 1) $\frac{mv_1^2}{2} = F\cdot 0{,}2d + qE0{,}8d$ ← т.к. приобретена пол-я энергия взаимодействия,

из этого же графика ясно, почему так записан ЗСЭ в п 3): слева п-ал 0, потом он уменьшается, и скорость увеличивается. Отсюда же видно, почему в п. 3) $\frac{4}{2}$: ~~НО~~ $= \frac{4В}{2} \Rightarrow \varphi = -\frac{4}{2}$.

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Значит угол α найдём из ΔF_1MN, где $MN = \frac{8F}{15}$.

$tg\alpha = \frac{MN}{F_1N} = \frac{8F}{15F} = \frac{8}{15}$.

3) Найдём скорость.

Горизонтальную с-щую скорости v_x найдём через $\Gamma^2 = \left(\frac{f}{d}\right)^2 = \left(\frac{v_x}{v_0}\right)$ $\quad v_x = \left(\frac{f}{d}\right)^2 v_0 = \left(\frac{\frac{5}{2}F}{\frac{5}{3}F}\right)^2 v_0 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 v_0 = \frac{9}{4}v_0$

Но ~~ско-ро~~ скорость направлена под углом α к OO_1, тогда найдём v_y через $tg\alpha$.

$tg\alpha = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow v_y = v_x\, tg\alpha = v_0 \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{15} = v_0 \cdot \frac{3\cdot 2}{5} = \frac{6}{5}v_0.$

$V' = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\frac{81}{16}v_0^2 + \frac{36}{25}v_0^2} = \sqrt{\frac{3^2\cdot 17^2}{4^2\cdot 5^2}v_0^2} = \frac{3\cdot 17}{20}v_0$,

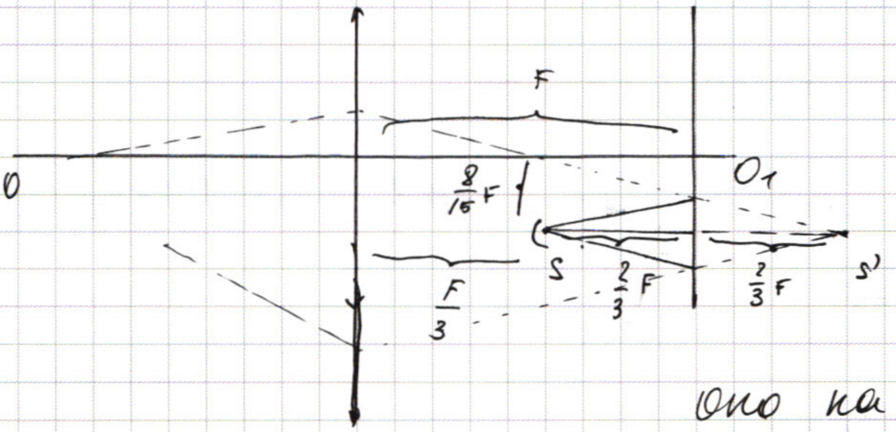
где V_0 – скорость ~~на~~ S', найдём V_0:

Рассмотрим малое смещение зеркала Δx., тогда S' сместится на $2\Delta x$, т.к. р-е от зеркала до S увеличилось на Δx, значит и до S' на Δx, значит суммарно на $2\Delta x$.

$\frac{\Delta x}{\Delta t} = V \Rightarrow \frac{2\Delta x}{\Delta t} = 2V. \Rightarrow V_0 = 2V.$

$V' = \frac{3\cdot 17}{20}\cdot 2V = \frac{3\cdot 17}{10}\cdot V = \boxed{5{,}1V.}$

$\boxed{№\,5}$



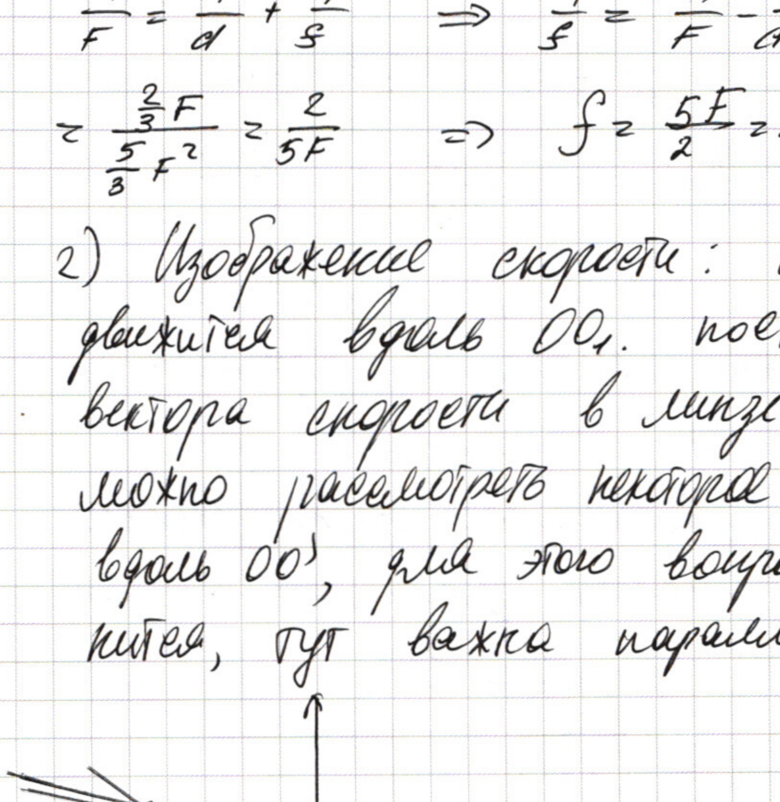
1) На чертеже показан ход лучей.
S' – изобр-е S в зеркале.
Оно на том же р-ии от пл-сти зеркала $F-\frac{F}{3}=\frac{2F}{3}$.

S' будет действительным источником для линзы. Р-е от линзы до изобр-я S' найдём по формуле тонкой линзы:

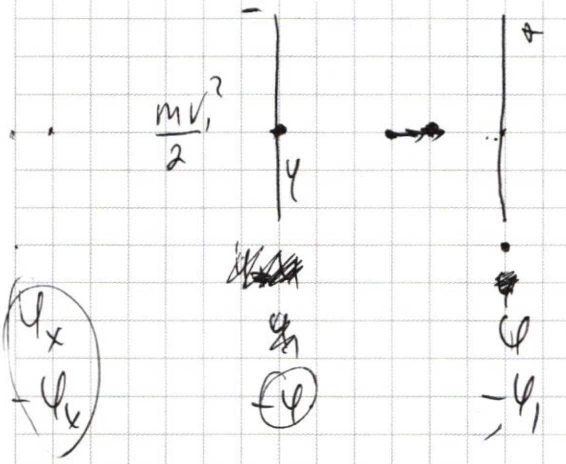
$$\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}\Rightarrow\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}=\frac{d-F}{Fd}=\frac{\left(\frac{F}{3}+\frac{2}{3}F+\frac{2}{3}F\right)-F}{Fd}=$$

$$=\frac{\frac{2}{3}F}{\frac{5}{3}F^2}=\frac{2}{5F}\Rightarrow f=\frac{5F}{2}=2{,}5F.$$

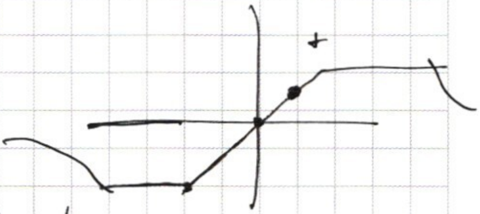
2) Изображение скорости: изображение S' движется вдоль OO_1. построим изображение вектора скорости в линзе. (что то же самое, можно рассмотреть некоторое ~~дви~~ смещение S' вдоль OO', для этого вопроса ничего не изменится, тут важна параллельность скорости и OO_1)



Видно, что изобр-е скорости будет лежать на пр-й MF_1 (из правил построения изобр-я в соб. линзе)



$\frac{mv_1^2}{2} = F\cdot d$



$\varphi_1 - \varphi - \varphi_1 + \varphi$ −

$\boxed{-\varphi} + \varphi_1$ $-\varphi + \varphi_1$

$-\varphi + \varphi_1 = \varphi - \varphi_1$

$-\varphi + \varphi_1 + -\varphi + \varphi_1 = -2\varphi + 2\varphi_1$

$\frac{kq}{r} - \varphi$ $\varphi - \frac{kq}{r}$

$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 d}{S}$

$\varphi =$

$\cancel{-\varphi + \varphi} \boxed{-\varphi_1}$

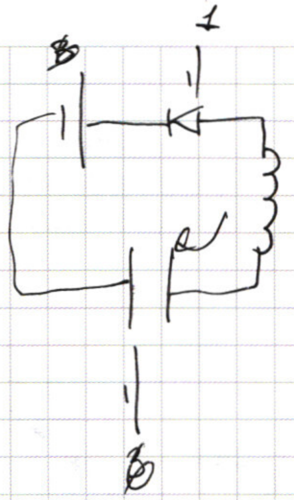
$\frac{2kq}{r}$ $U =$

$U = 2\varphi$

$U = E\cdot r$

$\Delta W = E\cdot 0{,}8d$

$\frac{mv_1^2}{2} = F\cdot S$



$-\cancel{8}+\cancel{8}+1=-2.$

$$Eq+U_0q+\frac{LJ_{max}^2}{2}+\frac{U_1^2C}{2}=\frac{U^2C}{2}$$

$$(E+U_0)\Delta q+\frac{LJ^2}{2}+\frac{(q-\Delta q)^2}{2C}=\frac{U^2C}{2}.$$

$$\frac{LJ^2}{2}=\frac{U^2C}{2}-\frac{(q-\Delta q)^2}{2C}-(E+U_0)\Delta q$$

$$J^2=\frac{U^2C}{L}-\frac{(\overset{q}{\cancel{UC}}-\Delta q)^2}{\cancel{4}CL}-\frac{(E+U_0)\Delta q\,2}{L}$$

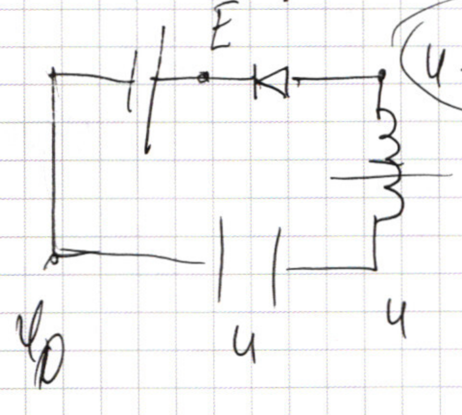
$$\downarrow\ \boxed{\frac{q^2}{\cancel{4}LC}}$$

$$(J^2)'=\frac{2}{\cancel{LC}}+\frac{2(q-\Delta q)}{CL}-2\frac{E+U_0}{L}=0.$$

$$\frac{\cancel{2}(q-\Delta q)}{C\cancel{L}}=\frac{\cancel{2}(E+U_0)}{\cancel{L}}$$

$$q-\Delta q=C(E+U_0)$$

$$\Delta q=\cancel{C(E+U_0}\ C(U_1-E-U_0)$$



$\boxed{U-L\dot{J}}$

$$U-\boxed{L\dot{J}}\xrightarrow{}0=E+U_0.$$

$$U=E+U_0.=4$$

20 .

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

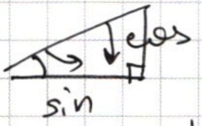
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



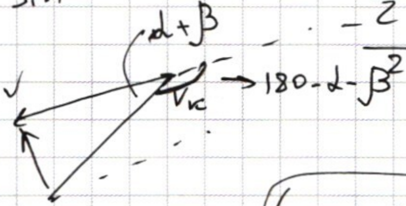
$\times \begin{array}{r} 17 \\ 3 \\ \hline 51 \end{array}$

$\times \begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \\ -64 \\ \hline 225 \end{array}$

$\vec{V}_{абс} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер}$

$V_к$ $\quad$ V

$\times \begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \\ -64 \\ \hline 225 \end{array}$ $\quad$ $\times \begin{array}{r} 15 \\ 15 \\ \hline 75 \\ 15 \\ \hline 225 \end{array}$



$V_{отн} = \vec{V}_к - \vec{V}$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta =$

$\sin\beta = \sqrt{1 - \frac{64}{17^2}} = \frac{15}{17}$

$= \frac{3}{5}\frac{8}{17} - \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17} =$

$= \frac{24-60}{5\cdot17} = \frac{36}{5\cdot17} = \frac{36}{85}$

$V_{отн}^2 = V_к^2 + V^2 - 2V_кV\,\frac{36}{85}$

$-\begin{array}{r} 60 \\ 24 \\ \hline 36 \end{array}$

$\cos(30+30) = \frac{\sqrt3}{2}\frac{\sqrt3}{2} - \frac{1}{2}\frac{1}{2} = \frac{3}{4} - \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$

$-\begin{array}{r} 2890 \\ 289 \\ \hline 2601 \end{array}$

$\times \begin{array}{r} 289 \\ 9 \\ \hline 2601 \end{array}$

$\times \begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$

$\frac{2\cdot3\cdot\overset{8}{\cancel{40}}\cdot36}{\cancel{5}} =$

$6\cdot8 = 48$

$+\begin{array}{r} 2601 \\ 1600 \\ \hline 4201 \\ +1721 \\ \hline 5929 \end{array}$

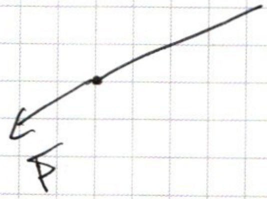
4

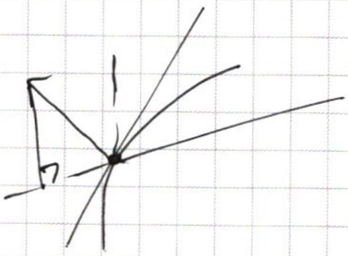
$\times \begin{array}{r} 77 \\ 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 5929 \end{array}$

$6\cdot8\cdot36$

$\times \begin{array}{r} 36 \\ 6 \\ \hline 216 \end{array}$ $\times \begin{array}{r} 216 \\ 8 \\ \hline 1728 \end{array}$

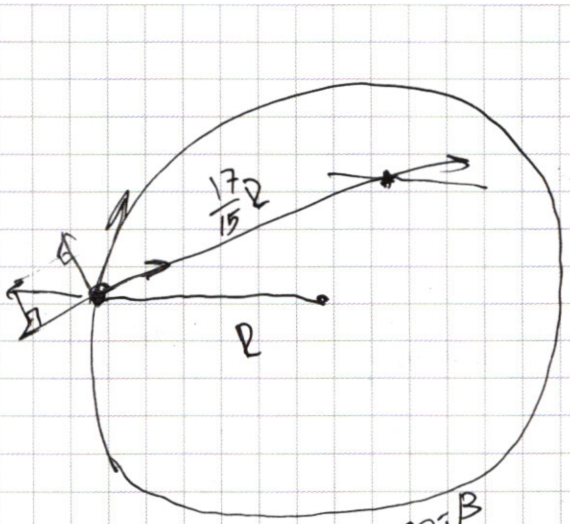
$\times \begin{array}{r} 48 \\ 36 \\ \hline 288 \\ 144 \\ \hline 1728 \end{array}$

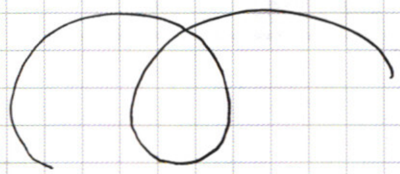


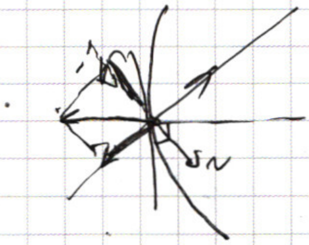


☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

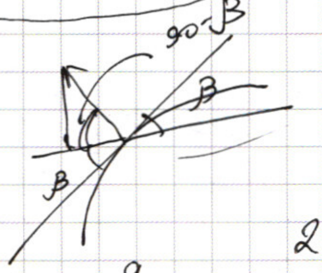






$$\frac{mv^2}{R}\sin\beta =$$

$$= \frac{1\cdot 51\cdot 51}{R}\sin\beta =$$



$V_R \sin\beta$

$$= \frac{51\cdot 51}{1{,}7_{10}}\cdot\frac{15}{17} =$$

$$= \frac{3\cdot\cancel{17}\cdot 3\cdot\cancel{17}\cdot 15}{\cancel{1{,}7}\cdot\cancel{1{,}7}} =$$

$270/2 = 135$

$$= 9\cdot 15\cdot 10 = 27\cdot 5\cdot 10 =$$

$$\times\begin{array}{r}9\\15\\\hline 135\end{array}$$

$$= \frac{2700}{2} = 1350$$

$T = ma$

$$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A = c\nu\Delta T$$

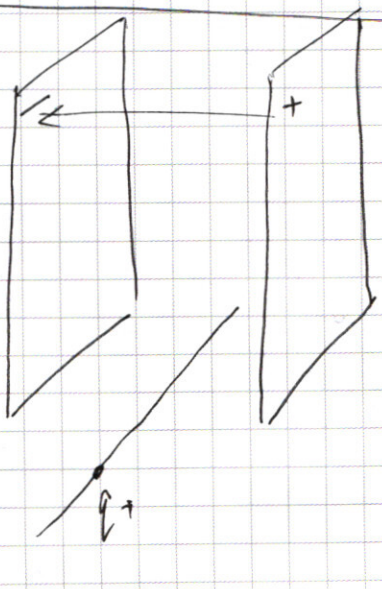
$$A = \frac{P_1+P_2}{2}\Delta V_1 = \frac{P_1+kP_1}{2}(kV_1 - V_1) = \frac{P_1(1+k)V_1(k-1)}{2} = P_1V_1\frac{(k^2-1)}{2}$$

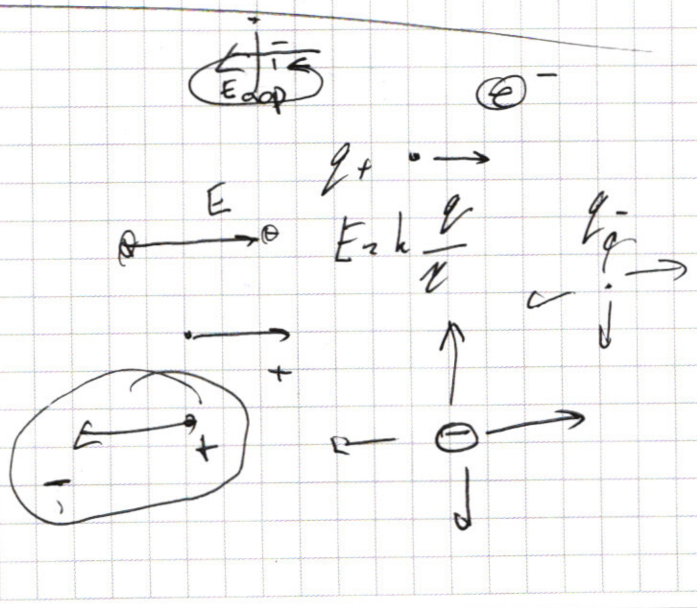
$$Q = \frac{3}{2}k^2P_1V_1 - \frac{3}{2}P_1V_1 + P_1V_1\,\frac{k^2-1}{2} = \frac{3}{2}P_1V_1(k^2-1) + \frac{1}{2}P_1V_1(k^2-1) =$$

$$= 2\,P_1V_1\,(k^2-1)$$

$$k^2P_1V_1 - P_1V_1$$

№3



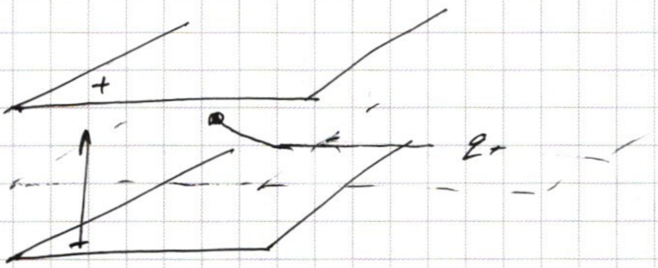


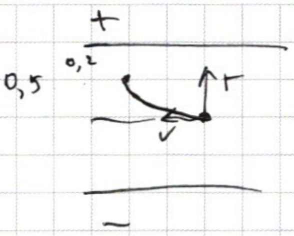
$E = k\frac{q}{r}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

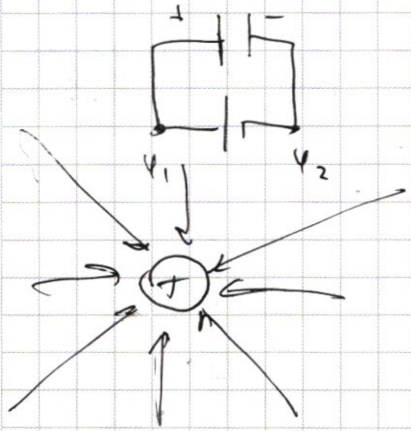
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



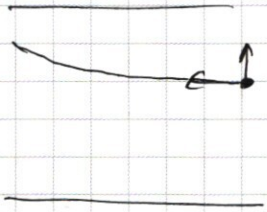


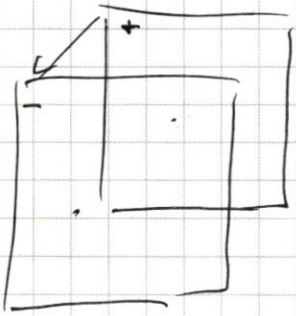
$F = Eq$

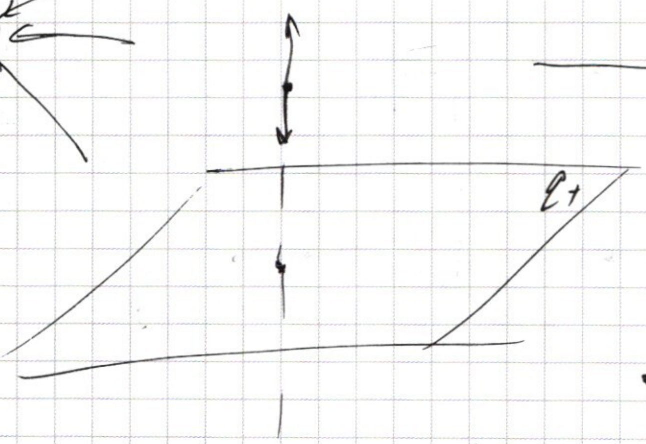
$mv_1 = FT$



$u_1 > u_2$





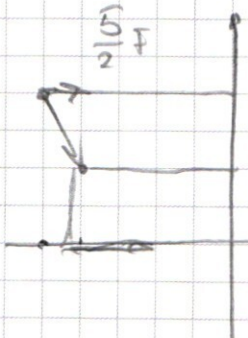


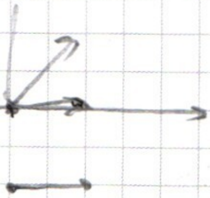
$\frac{Fd}{a-F} = \frac{F\cdot\left(\frac{5}{2}F+\Delta x\right)}{\frac{3}{3}F+\Delta x}$

$\frac{kq+}{r+a}$ $\frac{kq-}{r}$

$\frac{kq}{r+d} - \frac{kq}{r} = U.$

$\frac{kqr - kqr - kqd}{(r+d)r} = \frac{kqd}{(r+d)r}$

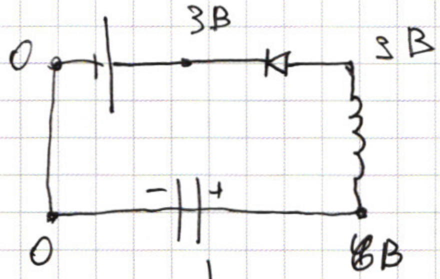




$\frac{5}{2}F - \;-\;-$

$\frac{\frac{5}{3}F + \frac{5}{2}F\Delta x - \frac{5}{2}F^2 - F\Delta x}{\frac{1}{3}F + \Delta y} =$

$\ldots = \frac{\frac{5}{3}F + \frac{3}{2}F\Delta y - \frac{5}{2}F^2}{\frac{1}{3}F + \Delta y}.$



$L\dot{J} = \Delta U$.

$25 \times 9 = 225$

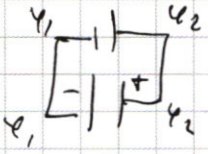
$+64$

289

$17 \times 17 = 119$

17

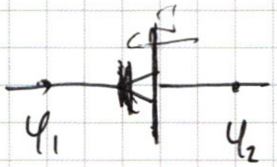
289

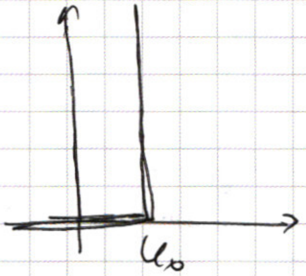


$\varphi_2 > \varphi_1$

$3^2(9\cdot 25+16\cdot 4) =$

$3^2\cdot 17^2.$

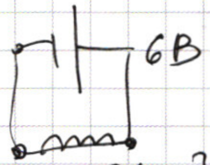




~~$\varphi_2 < \varphi_1$~~

$\varphi_2 > \varphi_1$

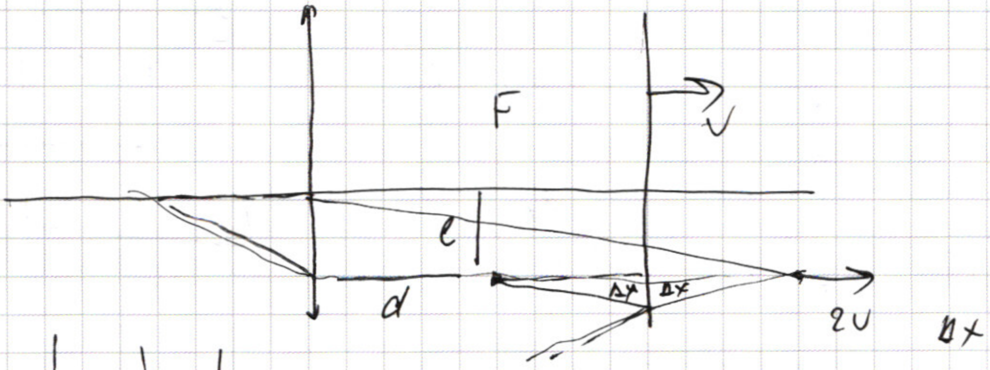
$0 = L\dot{J} + \varphi_2 - \varphi_3$

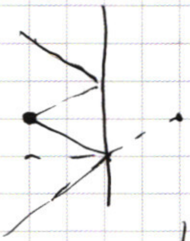


$\varphi_2 - \varphi_1 = U_0$

$\varphi_1 + U_0 = \varphi_2$

$\frac{\cancel{81}\cdot 9^2\cdot 5^2+4^2\cdot 6^2}{4^2\cdot 5^2}.$



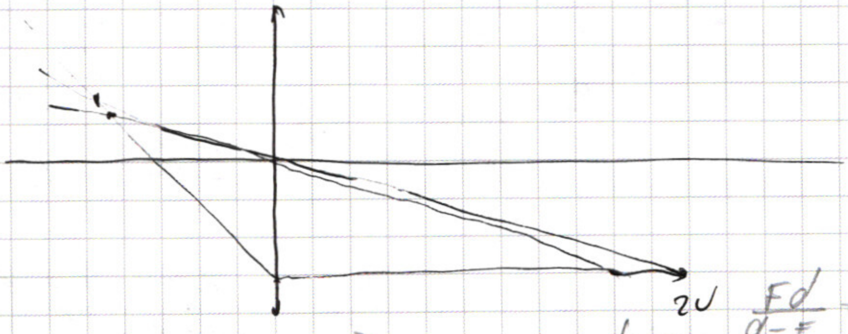


$17 \times 3 = 51$

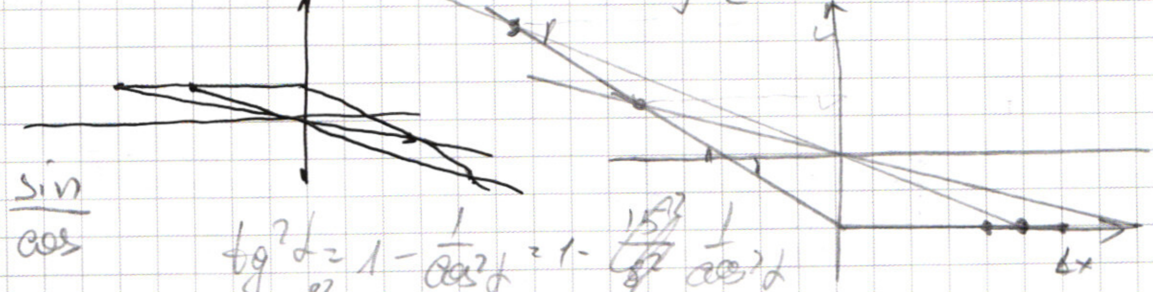
$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

Γ^2

$\frac{5}{2}F -$



$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{5}{2}F$



$tg = \frac{\sin}{\cos}$

7.

$tg^2\alpha = 1 - \frac{1}{\cos^2\alpha} = 1 - \frac{15^2}{8^2}\frac{1}{\cos^2\alpha}$

$1 - \frac{8^2}{15^2} = \frac{1}{\cos^2 b}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)