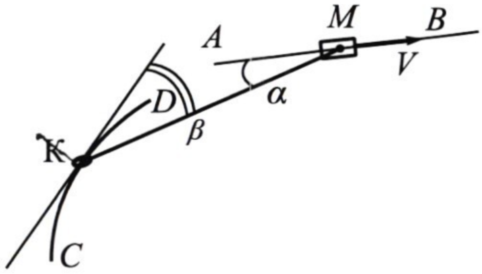
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

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

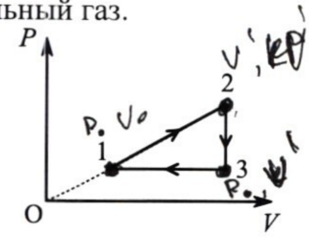
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 4/5)$ 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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



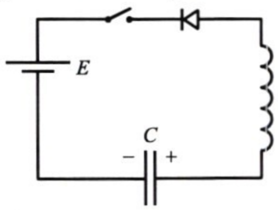
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

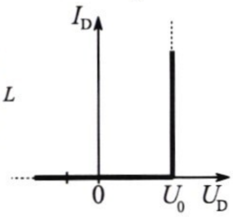
1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \dfrac{|q|}{m}$.
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

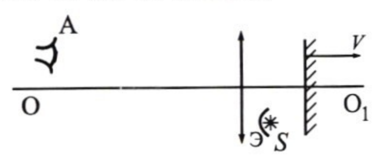
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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 $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\delta(pl) = \delta p \cdot l = F\delta t\, l \quad d L = F l \delta t$ при $l = const$

$L_{б\delta y} = \int dp\, l = \int dm\, v l$

$\dot{L} = \int (dm\, v l)^{\cdot} = \int dm\, l \cdot a$

$u = \frac{V\cos\alpha}{\cos\beta} = \quad 2\cdot$

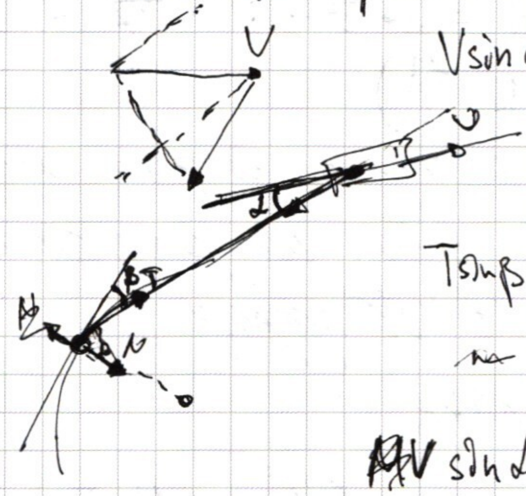
$V\cos\alpha = u \cdot \cos\beta$

$V\sin\alpha - u\cos\beta = V_{отн}$

$\frac{d(V\cos\alpha)}{d\alpha} = \frac{d(u\cos\beta)}{d\beta}$

$d\alpha = d\beta$

$T\sin\beta + N = \frac{mu^2}{R}$



$V\sin\alpha = ma_T\cos\beta + mu\sin\beta$

$V\sin\alpha = \frac{T\cos\beta}{m}\cos\beta + u\sin\beta$

$\frac{m V_{отн}^2}{l} = T + N\sin\beta \qquad N = \frac{mu^2}{R} - T\sin\beta$

$\frac{m V_{отн}^2}{l} = T + \frac{mu^2}{R}\sin\beta - T\sin^2\beta$

$\frac{mV'^2}{l} = T(1-\sin^2\beta) + \frac{mu^2}{R}\sin\beta$

$T\cos^2\beta = \frac{mV'^2}{l} - \frac{mu^2\sin\beta}{R} = \frac{m}{\cos^2\beta}\left(\frac{V'^2}{l} - \frac{u^2\sin\beta}{R}\right)$

$0{,}1\ \Gamma ч \quad 40$ мк $\Phi \quad U_1 = 5В \quad E = 3В \quad U = 1В$

$-E + U_0$

$\frac{1}{2}kV_2^2 - kV_1^2$

$\frac{P}{V} = k \qquad P = kV$

$c\,dT = \frac{3}{2}R\,dT$

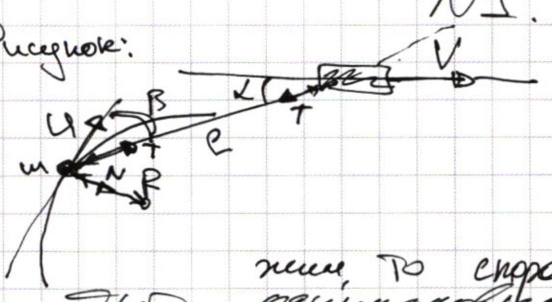
$\frac{5}{4} - \frac{3}{4}$

черновик ☐ чистовик Страница №__

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

№1.

Рисунок:



расставим силы на кольцо: на него действуют T вдоль троса и N, $\perp$ u, вдоль радиуса.

Кин связь: так как трос нерастяжим, то скорости тел вдоль троса должны быть одинаковыми.

$\left(\cos\alpha = \frac{4}{5} \to \sin\alpha = \frac{3}{5} \quad \cos\beta = \frac{8}{17} \to \sin\beta = \frac{15}{17}\right)$

1) $V\cos\alpha = u\cos\beta \to u = \frac{V\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{2\cdot 4\cdot 17}{5\cdot 8} = \frac{17}{5} = 3{,}4\ м/с.$

2) т.к. скорости вдоль троса одинаковы, то относительная скорость будет складываться из 2ух скоростей $\perp$ троса. $V'_{(отн)} = V\sin\alpha + u\sin\beta = 2\cdot\frac{3}{5} + \frac{17}{5}\cdot\frac{15}{17} =$
$= \frac{6}{5} + 3 = 4{,}2\ м/с \quad \left(\frac{21}{5}\right)$

3) Если мы пересядем в систему отсчета муфты, то кольцо будет находится всегда на расстоянии ℓ, скорость кольца $\perp$ тросу (в СО муфты)

1) по 2 з.н. $\frac{mV'^2}{\ell} = T + N\sin\beta$

2) по 2 з.н. в Л.С.О. для кольца: $\frac{mu^2}{R} = N + T\sin\beta$

$N = \frac{mu^2}{R} - T\sin\beta$, подставим в первое:

$\frac{mV'^2}{\ell} = T + \frac{mu^2}{R}\sin\beta - T\sin^2\beta$

$T\cos^2\alpha = m\left(\frac{V'^2}{\ell} + \frac{u^2}{R}\sin\beta\right)$

$T = \frac{m}{\cos^2\alpha}\left(\frac{V'^2}{\ell} + \frac{u^2}{R}\cdot\sin\beta\right)$ подставим:

$T = \frac{0{,}4\cdot 5\cdot 5}{4\cdot 4}\left(\frac{21^2\cdot 15}{5\cdot 5\cdot 17\cdot R} + \frac{17\cdot 17}{5\cdot 5\cdot R}\cdot\frac{15}{17}\right) = \frac{0{,}1\cdot 15}{4}\left(\frac{21^2 + 17^2}{17R}\right) =$

$= \frac{1{,}5}{4}\cdot\frac{730\cdot 10}{17\cdot 19} = \frac{15\cdot 365}{2\cdot 17\cdot 19} = \frac{15\cdot 365}{2\cdot 323} = 7{,}5\cdot 1{,}13 = 8{,}475\ Н$

$\frac{365}{323} \approx 1{,}13$

$T \approx 8{,}475\ Н.$

$21^2 = 441$, $17^2 = 289$, $441 + 289 = 730$

$17\cdot 19 = 323$

$365 : 323 = 1{,}13$

$1{,}13 \times 75 = 8{,}475$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2. (молярная)

1) как известно $C_{\text{при изобаре}} = c_p = \frac{5}{2}$ при одноатомном газе, а при изохоре $= c_v = \frac{3}{2}$.

процесс 1-2: $\frac{P}{V} = const. \to P = kV$

Клапейрон Менделеев: $PV = \nu RT = kV \cdot V = \nu RT$,

Тогда чем больше V, тем больше T, т.е. на процессе 1-2 T растёт. процесс 2-3 – изохора, P падает $\Rightarrow$ падает T, 3-1 – изобара, V падает $\Rightarrow$ падает T, тогда $\frac{C_1}{C_2} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{5}{3}$ (или $\frac{3}{5}$) $=$

$= 1,6$

2) процесс 1-2 – прямая Кенеберга, на которой, как известно $C_{\text{молярная}} = 2R$.

Вывести несложно: по 1 началу: $\nu C dT = \nu \frac{3}{2} R dT + A$

$A = \cancel{P'V'} - \cancel{PV}$ $\frac{(P+P')\Delta V}{2}$ (трапеция) $\frac{k(V+V')(V'-V)}{2} =$

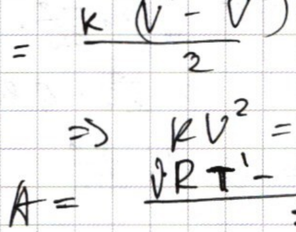
$= \frac{k(V'^2 - V^2)}{2}$, где $P = kV$, по М.К.: $kV \cdot V = \nu RT \Rightarrow$

$\Rightarrow kV^2 = \nu RT$, тогда

$A = \frac{\nu RT' - \nu RT_0}{2} = \frac{\nu R}{2} \Delta T$, тогда

$\nu C dT = 2\nu R dT \Rightarrow C = 2R$, тогда на участке 1-2,

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R dT$, $A = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$, тогда $\frac{\Delta U}{A} = 3$.

3) 

пусть т. 1: $P_0 V_0$,

т. 2: kV', V',

т. 3: P_0, V' $\quad \eta = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$

~~так~~ мы выяснили, что Q_- на 2-3 и 3-1, Q_+ на 1-2

$$Q_+ = 2R\nu\cdot\Delta T = 2R\nu\left(\frac{V'\cdot kV'}{\nu R} - \frac{P_0V_0}{\nu R}\right) = 2\left(kV'^2 - P_0V_0\right)$$

$Q_{23} = \Delta U$, изохора $\Rightarrow A=0$.

$$Q_{23} = C_V\nu\cdot\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\cdot\left(\frac{P_0\cdot V'}{\nu R} - \frac{kV'^2}{\nu R}\right) = \frac{3}{2}\left(P_0V' - kV'^2\right) = -\frac{3}{2}\left(kV'^2 - P_0V'\right)$$

$Q_{31} = C_p\,\nu\Delta T$ (это изобара) $= \frac{5}{2}\nu R\left(\frac{P_0V_0}{\nu R} - \frac{P_0V'}{\nu R}\right) = \frac{5}{2}\left(P_0V_0 - P_0V'\right) = -\frac{5}{2}\left(P_0V' - P_0V_0\right)$

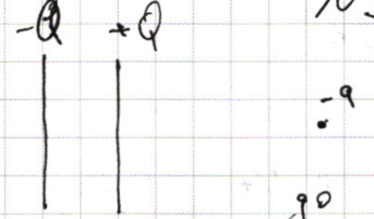
$\cancel{\eta = 1 - \frac{3}{2}P_0V'}$

$$\eta = 1 - \frac{\frac{3}{2}\left(kV'^2 - P_0V'\right) + \frac{5}{2}\left(P_0V' - P_0V_0\right)}{2\left(kV'^2 - P_0V_0\right)} =$$

$$= 1 - \frac{\frac{3}{2}kV'^2 + P_0V' - \frac{5}{2}P_0V_0}{2kV'^2 - 2P_0V_0} = 1 - 0{,}75 - \frac{P_0V' - P_0V_0}{2kV'^2 - 2P_0V_0} =$$

$$= 0{,}25 - \frac{P_0(V'-V_0)}{2\left(kV'^2 - P_0V_0\right)},$$ если $k\to\infty$, то дробь $\to 0$, тогда макс. $\eta = 0{,}25$ (дробь всегда положительная)

№3.



т.к. частица притягивается, то Q_+ ближе, т.к. обкладки большие, то $\varphi = Ex$, где x - расстояние до обкладки, а $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$,

при входе в обкладку энергия: $\frac{mv_1^2}{2} + q\cdot\frac{-\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot d$

при остановке энергия: $q\cdot\frac{-\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot 0{,}2d + q\cdot\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot 0{,}8d$,

Энергия сохраняется $\Rightarrow$ $\frac{mv_1^2}{2} + \frac{-\sigma q}{2\varepsilon_0}d = 0{,}6d\cdot\frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\frac{mv_1^2}{2} = 1{,}6d\cdot\frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}$, по условию напр $= U \Rightarrow \frac{\sigma}{\varepsilon_0}d = U$,

подставим в з.с.э: $\frac{mv_1^2}{2} = 0{,}8\cdot q\cdot U$, тогда

$\frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{1{,}6U} \rightarrow \gamma = \frac{v_1^2}{1{,}6U}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) внутри конденсатора на частицу действует сила $2Eq = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0} q = \frac{\sigma q}{\varepsilon_0} = \frac{Uq}{d}$, тогда частица движется равноускоренно: $ma = \frac{Uq}{d}$; $a = \frac{U\gamma}{d}$

$v' = v_0 - a\tau$, $v' = 0$, $v_0 = v_1$;

$a\tau = v_1 \to \frac{U\gamma}{d}\tau = v_1 \to t = \frac{v_1 d}{U\gamma} =$

$= \frac{v_1 d \cdot 1{,}6 U}{U v_1^2} = \frac{1{,}6 d}{v_1}$

3) бесконечно далеко от конденсатора энергия взаимодействия $=0 \Rightarrow E = E_{кин}$.

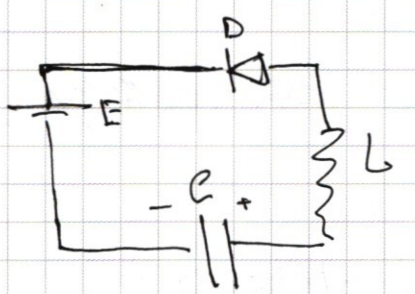
$E_1 = E'$: $\frac{mv_1^2}{2} - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0} d = \frac{mv'^2}{2}$

$\frac{mv_1^2}{2} = 0{,}8qU$, т.е. $0{,}8qU - \frac{qU}{2} = \frac{mv'^2}{2}$, тогда

$(0{,}8 - 0{,}5)qU = \frac{mv'^2}{2}$, тогда $v'^2 = \frac{0{,}6qU}{m} = 0{,}6\gamma U$,

тогда $v' = \sqrt{0{,}6\gamma U}$

№4.



1) $|\mathcal{E}_{инд}| = |L\dot{I}|$

закон Кирхгофа:

$-U_D - \mathcal{E} + U_1 - L\dot{I} = 0$

$L\dot{I} = U_1 - U_D - \mathcal{E}$

$\dot{I} = \frac{U_1 - U_D - \mathcal{E}}{L} = \frac{2В}{0{,}4\,Гн} = 5\,А/с$

Вместо U, напишем $\frac{q}{C}$, тогда.

$\frac{q}{C} - U_D - \mathcal{E} = L\dot{I}$, причем $I = -\dot{q}$, тогда $\dot{I} = -\ddot{q}$

$\Rightarrow L\ddot{q} + \frac{q}{C} - U_D - \mathcal{E} = 0$ уравнение колебаний, пока диод открыт будут колебания, он закроется, как только I станет 0.

$\ddot{q} + \frac{q}{LC} - \frac{U_D}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L} = 0$, пусть $\frac{q}{CL} - \frac{U_D}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L} = y$, тогда

$\ddot{y} = \frac{\ddot{q}}{CL}$, тогда $\ddot{y} + CLy = 0$

$y = y_0 \cos(\omega t + \varphi)$ $\frac{q}{CL} - \frac{U_D}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L} = \left(\frac{q_0}{CL} - \frac{U_D}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L}\right)\cos(\omega t + \varphi)$

при $t = 0$ $y = y_0 \Rightarrow \varphi = 0$.

$\frac{q}{CL} = \left(\frac{q_0}{CL} - \frac{U_D}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L}\right)\cos(\omega t + \varphi) + \frac{U_D}{L} + \frac{\mathcal{E}}{L}$

$|I| = |\dot{q}|$, тогда

$|I| = |\dot{q}| = CL\left(\frac{q_0}{CL} - \frac{U_D}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L}\right)\cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$

ω уравнения колебаний $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, т.е.

$I = CL \cdot \frac{1}{\sqrt{CL}}\left(\frac{q_0}{CL} - \frac{U_D}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L}\right)\sin(\omega t)$,

I_{max} при $\sin = 1$, т.е. через четверть периода.

$I_{max} = \sqrt{LC}\cdot\left(\frac{q_0}{CL} - \frac{U_D}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L}\right) = 2\cdot\left(\frac{9 - 1 - 6}{0{,}4}\right) =$

$= 2\cdot 10^{-3} \cdot \frac{2}{0{,}4} = 10\,мА$.

U установившееся $- \frac{q}{C}$ после пол периода,

$U = L\left(\frac{q_0}{C} - U_D - \mathcal{E}\right)\cdot -1 + \frac{U_D}{L} + \frac{\mathcal{E}}{L} =$

$= \frac{2}{L}\left(U_D + \mathcal{E}\right) - \frac{q_0}{CL} = \frac{2}{L}\left((U_D + \mathcal{E}) - \frac{U_0}{L}\right) = 5\,В.$

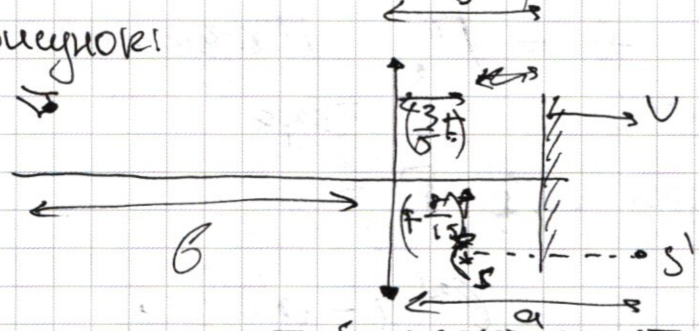
☐ черновик ☑ чистовик Страница № 5

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

рисунок:



1) сначала лучи от S отразятся от зеркала, мы видим S', которое будет на расстоянии $\frac{6}{5}F + \left(\frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F\right) = \frac{9}{5}F$ от линзы, тогда

$\frac{1}{b} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$, b – расст. до глаза, a – расст до S',

$\frac{1}{b} + \frac{5}{9F} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{b} = \frac{4}{9F}$; $b = \frac{9}{4}F$.

2) ~~пусть прошло время Δt~~,

рассмотрим отрезок вдоль // оси OO_1,

пусть координаты концов a_1 и a_2

$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F}$, $\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F}$, т.е. $\frac{1}{b_1} - \frac{1}{b_2} = \frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1}$;

$\frac{b_2 - b_1}{b_1 b_2} = \frac{a_1 - a_2}{a_1 a_2}$; $\frac{b_2 - b_1}{a_1 - a_2} = \frac{b_1 b_2}{a_1 a_2}$;

⊥ увеличение $Г = \frac{b}{a}$, т.е.

$Г_{\parallel} = Г_1 \cdot Г_2$, если отрезок мал, то $Г_{\parallel} = Г_{\perp}^2$

у нас $Г_{\perp} = \frac{b}{a} = \frac{\frac{9}{4}F}{\frac{3}{5}F} = \cancel{0,8F}$ 1,25F.

если S'' сместился на dx, то изображение сместится на $\Gamma_\perp^2 dx$ (это вдоль оси OO_1)

заметим, что $dx = 2V\,dt$ т.к. зеркало движется, значит ΔL до S' растет вдвое. Тогда

V_x у изображения $= 2V \cdot \Gamma^2$

найдем $V_\perp$: $\frac{b}{a} = \Gamma''$, ~~Г можно считать const~~

$\Gamma_{\text{тонкие}} = \frac{h_2}{h}$, где $h = \frac{3}{5}F$

$\left(\frac{b}{a}\right)' = \left(\frac{h_2}{h}\right)'$

$$V_\perp = h_2' = h\,\frac{b'a - a'b}{a^2} = \frac{2V\cdot\frac{3}{5} - 2V\cdot\left(\frac{5}{4}\right)^2\cdot\frac{9}{4}}{\left(\frac{9}{5}\right)^2} =$$

$$= \frac{\frac{3}{5}\cdot 2V}{\frac{9}{4}}\left(1-\Gamma^3\right) = \frac{\frac{6}{5}V}{\frac{9}{5}}\cdot\left(\frac{64-125}{64}\right) =$$

$$= -\frac{2}{3}\,\frac{61}{64} \approx -\frac{2}{3}V \text{ по вниз.}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\frac{2}{3}V}{2V\cdot\left(\frac{5}{4}\right)^2} = \frac{\frac{1}{3}\cdot 4^2}{5^2} = \frac{16}{75}$$

$$V_{\text{общ}} = \sqrt{V_\perp^2 + V_\parallel^2} = V\sqrt{\left(\frac{2}{3}\right)^2 + \left(2\cdot\frac{25}{8}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{4}{9} + }$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{b}{a} = \frac{h_2}{h}$$

$$\frac{b'a - a'b}{a^2} = \frac{h_2' h - \cancel{h'} h_2}{h^2} \qquad \frac{h_2'}{h} = \cancel{2Va - 2V\Gamma^2}$$

$$= \cancel{2V\Gamma^2 a} = \frac{2Va - 2V\Gamma^2 b}{a^2} = \frac{h_2'}{h}$$

$$\frac{2V\left(a - \frac{b^2}{a^2} b\right)}{a^2} h = h_2' \qquad \frac{h_2}{h} = \frac{b}{a} \cancel{h}$$

$$h_2 = \frac{b}{a} h$$

$$h_2' = h \cancel{b + 2Vdt} \; \frac{2Va - 2V\Gamma^2 b}{a^2} h$$

$$\cancel{dh = h}$$

$$\cancel{h_2 - h}$$

$$\frac{dh_2}{dt} = \frac{\frac{18}{5} 2V - \frac{9}{4} \cdot \Gamma^2 \cdot 2V}{\frac{9}{5}} / a^2$$

$$\frac{h_2}{h} = \frac{b}{a} \qquad \dot{\Gamma} = \left(\frac{b}{a}\right)' = \frac{h'}{h}$$

$$= 4V - \Gamma^3 \cdot 2V$$

$$dh_2 = \frac{b + 2V dt}{a + 2V\left(\frac{b}{a}\right)^2 dt} \cdot h - \frac{b}{a} h =$$

$$= h\left(\frac{\cancel{ab} + 2Vdt\,a - b(\cancel{a} + 2V\Gamma^2 dt)}{a\left(a + 2V\left(\frac{b}{a}\right)^2 dt\right)}\right) =$$

$$= \frac{2Vdt\,a - b\,2V\Gamma^2 dt}{a^2} = \frac{2V\left(a - \frac{b^3}{a^2}\right)}{a^2}$$

$$h_2 = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{9}{5}} h = \frac{5}{4} h. \qquad h_2' = \frac{\frac{9}{4}F + 2Vdt}{\frac{9}{5}F + 2V \frac{5^2}{4^2} dt} h$$

$$\frac{h_2' - h_2}{\cancel{\;}} = h\left(\frac{\frac{9}{4}F + 2Vdt}{\frac{9}{5} + 2V\frac{5^2}{4^2}dt} - \frac{\frac{9}{4}F}{\frac{9}{5}F}\right) = \frac{\cancel{\frac{9}{4}\frac{9}{5}} + 2Vdt \cdot \frac{9}{5} - \cancel{\frac{9}{4}\frac{9}{5}} - \frac{9}{4}\, 2V\frac{5^2}{4^2}dt}{\frac{9}{5} + 2V\frac{5^2}{4^2}dt}$$

$\cancel{r' = \left(\frac{b}{a}\right)' = \frac{b+2v\,dt}{a+2vr^2dt} = \frac{b+2v\,dt}{a}}$

$\cancel{\frac{dh'}{h} = \frac{b+2v\,dt}{a}}$

теперь найдем $v_\perp$: $\quad v_\perp = \dot h_2 = \frac{dh_2}{dt}$.

$$h_2 = \frac{b}{a}\cdot h = \frac{5}{4}h \qquad \frac{\frac{9}{4}}{\frac{9}{5}}h$$

$$h_2' = \frac{b+2v\,dt}{a+2vr^2dt}h$$

$$dh_2 = h_2' - h_2 = \frac{\left(\frac{9}{4}+2v\,dt\right)\frac{9}{5} - \frac{9}{4}\cdot\left(\frac{9}{5}+2v\cdot\left(\frac{5}{4}\right)^2dt\right)}{\left(\frac{9}{5}+2v\left(\frac{5}{4}\right)^2dt\right)\frac{9}{5}}\cdot h =$$

$$= \frac{\frac{9}{5}\cdot 2v\,dt - \frac{9}{4}\cdot 2v\cdot\left(\frac{5}{4}\right)^2dt}{2\left(\frac{9}{5}\right)^2 2}$$

$$\frac{dh_2}{dt} = \frac{\frac{18}{5}v - \frac{18\cdot 25}{64}v}{\frac{9\cdot 9}{25}} = \frac{25\left(\frac{2}{5}v - \frac{50}{64}v\right)}{9} = v_\perp$$

$$v_\perp = \frac{25}{9}\cdot\frac{128-250}{320}v\cdot\frac{8}{15} = \frac{5\cdot 122}{9\cdot 40\cdot 3} = \frac{122}{27\cdot 8} =$$

$$= \frac{61}{108} \approx 0{,}565v$$

610 | 108
540 | 0,5648
700
648
520
432
880

$$v_\parallel = 2v\cdot r^2 = 2v\cdot\frac{25}{16} = \frac{25}{8}v.$$

$$tg\,\alpha = \frac{v_\parallel}{v_\perp} \approx \frac{0{,}565}{3{,}175} \approx 0{,}178$$

5650 | 3175
3175 | 0,17778 (мин)
24750
22225
25250
22225
30250

$$v_{общ} = \sqrt{v_\parallel^2 + v_\perp^2} =$$

$$= v\sqrt{3{,}175^2 + 0{,}565^2} \approx$$

$$\approx v\sqrt{9{,}84 + 0{,}32} \approx$$

$$\approx v\sqrt{10{,}16} \approx \sqrt{10}\cdot v$$

565 × 565
2825
3390
2825
319,225

3.175 × 3175
15875
3175
22225
9525
10,080625

9,842