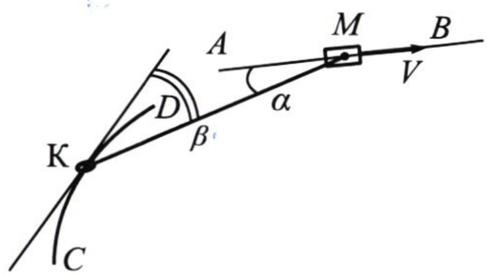
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-01

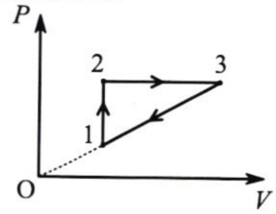
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0{,}1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 4/5)$ с направлением движения кольца.



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



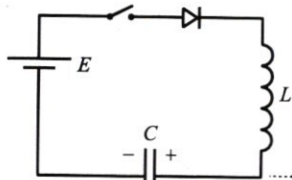
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

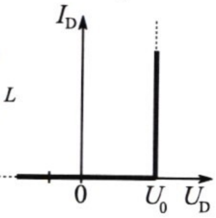
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица 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.

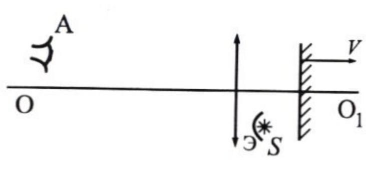
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости 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.



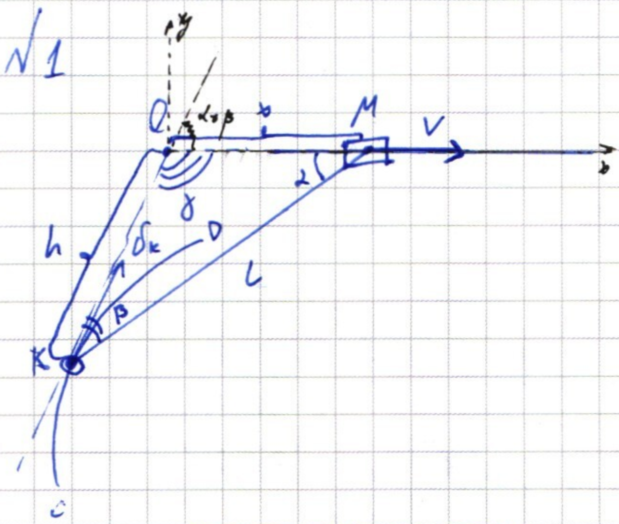
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



Обозн. за O точку пересечения направлений движения, за γ — $\angle KOM$. Посчитаем $\cos\gamma$.

$\cos\gamma = \cos(\pi-(\alpha+\beta)) = -\cos(\alpha+\beta) = -(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta) = \sin\alpha\sin\beta - \cos\alpha\cos\beta = \sqrt{1-\cos^2\alpha}\sqrt{1-\cos^2\beta} - \cos\alpha\cdot\cos\beta = \sqrt{1-\frac{225}{289}}\sqrt{1-\frac{16}{25}} - \frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} = \frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5} - \frac{15\cdot 4}{17\cdot 5} = \frac{24}{85} - \frac{60}{85} = -\frac{36}{85}$. Пусть $OM = x$; $OK = h$. Тогда:

$\cancel{l^2 = x^2 + h^2 - 2\cos\gamma\, xh}$

$\cancel{x^2 = l^2 + h^2 - 2\cos\gamma\, lh}$ ~~и~~ $\cancel{h^2 = l^2 + x^2 - 2\cos\gamma\, lx}$

$\cancel{x^2 = l^2 + l^2 + x^2 - 2\cos\gamma\, lx - 2\cos\gamma\, l\sqrt{l^2+x^2-2\cos\gamma\, lx}}$

$\cancel{2\cos\gamma\, l\sqrt{l^2+x^2-2\cos\gamma\, lx} = 2l^2 - 2\cos\gamma\, lx}$

$\cancel{\cos\gamma\, l\sqrt{l^2+x^2-2\cos\gamma\, lx} = l^2 - \cos\gamma\, lx}$. ~~Пусть~~ $\cancel{\cos\gamma = -\frac{36}{85} = c}$

$\cancel{cl\sqrt{l^2+x^2-2clx} = l^2 - clx}$

$\cancel{c^2l^2(l^2+x^2-2clx) = l^4 - 2cl^3x + c^2l^2x^2}$

$\cancel{c^2l^4 + c^2l^2x^2 - 2c^3l^3x = l^4 - 2cl^3x + c^2l^2x^2}$

$\cancel{c^2l^4 - l^4 = 2c^3l^3x - 2cl^3x}$

$\cancel{(c-1)l = 2(c^3-c)x \Rightarrow x = \frac{(c-1)l}{2(c^3-c)} = \frac{(c-1)l}{2c(c-1)(c+1)} = \frac{l}{2c(c+1)}}$

$x^2 = l^2 + h^2 - 2\cos\beta\, lh$ и $h^2 = l^2 + x^2 - 2\cos\alpha\, lx$.

$x^2 = l^2 + l^2 + x^2 - 2\cos\alpha\, lx - 2\cos\beta\, l\sqrt{l^2+x^2-2\cos\alpha\, lx}$

$2\cos\beta\, l\sqrt{l^2+x^2-2\cos\alpha\, lx} = 2l^2 - 2\cos\alpha\, lx$.

$$\cos^2\beta\, l^2(l^2+x^2-2\cos\alpha\, l x)=(l^2-\cos\alpha\, l x)^2$$

$$\cos^2\beta\, l^4+\cos^2\beta\, l^2x^2-2\cos^2\beta\cos\alpha\, l^3 x = l^4-2\cos\alpha\, l^3 x+\cos^2\alpha\, l^2x^2$$

$$(\cos^2\alpha-\cos^2\beta)l^2x^2+2(\cos^2\beta\cos\alpha-\cos\alpha)l^3x+l^4(1-\cos^2\beta)=0$$

$$(\cos\alpha-\cos\beta)(\cos\alpha+\cos\beta)l^2x^2+2(\cos^2\beta-1)\cos\alpha\, l^3x+(1-\cos^2\beta)l^4=0$$

$$\left(\frac{15}{17}-\frac{4}{5}\right)\left(\frac{15}{17}+\frac{4}{5}\right)x^2+2\left(\frac{16}{25}-1\right)\cdot\frac{15}{17}\cdot lx+\left(1-\frac{16}{25}\right)l^2=0.$$

$$\frac{7}{85}\cdot\frac{143}{85}x^2-2\cdot\frac{9}{25}\cdot\frac{15}{17}lx+\frac{9}{25}l^2=0 \quad |\cdot 85^2$$

$$7\cdot143x^2-2\cdot9\cdot15\cdot17\,lx+9\cdot17\cdot17\,l^2=0$$

$$1001x^2-4590lx+2601l^2=0.$$

$$x=\frac{4590l\pm\sqrt{4590^2l^2-4\cdot1001\cdot2601l^2}}{2\cdot1001}=\frac{4590l\pm\sqrt{21068100l^2-10414404l^2}}{2\cdot1001}=\frac{4590l\pm\sqrt{10653696l^2}}{2\cdot1001}=\frac{4590l\pm3264l}{2\cdot1001}=$$

$$=\frac{1326}{2002}l;\ \frac{7854}{2002}l=\frac{13\cdot51\cdot2}{2\cdot11\cdot13\cdot7}l;\ \frac{11\cdot7\cdot2\cdot51}{2\cdot11\cdot13\cdot7}l=\frac{51}{77}l;\ \frac{51}{13}l.$$

Заметим, что $\cos\gamma<0 \Rightarrow \gamma$ – тупой $\Rightarrow l>x \Rightarrow$
$\Rightarrow x$ не м.б. равен $\frac{51}{13}l$. Тогда:

$$h^2=l^2+\left(\frac{51}{77}l\right)^2-2\frac{15}{17}\cdot l\cdot\frac{51}{77}l.$$

$$h^2=\left(\frac{100793+44217-117810}{100793}\right)l^2=\left(\frac{27200}{100793}\right)l^2=\left(\frac{16\cdot17\cdot100}{17\cdot77^2}\right)l^2=$$

$$=\left(\frac{40}{77}l\right)^2 \Rightarrow h=\frac{40}{77}l.$$

Пусть все перем. на dt так же малы, что $\gamma=const$, а $dx=Vdt$; $dh=v_к dt$, где $v_к$ – скор. кольца. Тогда:

$$l^2=h^2+x^2-2hx\cos\gamma \quad и \quad l^2=(h-dh)^2+(x+dx)^2-2(h-dh)(x+dx)\cos\gamma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{h^2}+\cancel{x^2}-\cancel{2hx\cos\gamma}=\cancel{h^2}-2hdh+dh^2+\cancel{x^2}+2xdx+dx^2-\cancel{2hx\cos\gamma}-$$
$$-2hdx\cos\gamma+2dhx\cos\gamma+2dhdx\cos\gamma. \quad \text{Пусть } \cos\gamma=c.$$

$$0=-2hdh+dh^2+2xdx+dx^2-2hdxc+2dhxc+2dhdxc. \quad |:dt$$

$$0=-2hv_к+\boxed{v_к dh}+2xV+\boxed{Vdx}-2hVc+2v_к xc+\boxed{2Vdhc}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

v_k, V, x, h - конечн; dx и dh - беск. малые => все $\boxed{\text{обведенные}}$ - пренебрежимо малы. Тогда:

$2hv_k - 2v_k xc = 2xV - 2hVc.$

$(h - xc)v_k = (x - hc)V \Rightarrow v_k = \frac{x-hc}{h-xc}V =$

$= \frac{\frac{51}{77}l + \frac{40}{77}l\cdot\frac{36}{85}}{\frac{40}{77}l + \frac{51}{77}l\cdot\frac{36}{85}}\cdot 68\ см/с = \frac{51\cdot 85 + 40\cdot 36}{40\cdot 85 + 51\cdot 36}\cdot 68\ см/с = \frac{5775}{5236}\cdot 68\ см/с =$

$= \frac{5775}{77}\ см/с = 75\ см/с.$

Введем оси Ox и Oy (см. рис). Тогда $V_x = V = 68\ см/с$; $V_y = 0$; $v_{kx} = v_k \cdot \cos(\alpha+\beta) = v_k \cdot -\cos\gamma = \frac{36}{85}\cdot 75\ см/с$

$v_{ky} = v_k\cdot \sin(\alpha+\beta) = v_k\cdot\sqrt{1-\cos^2(\alpha+\beta)} = v_k\cdot\sqrt{1-\frac{36^2}{85^2}} = v_k\sqrt{\frac{5929}{85^2}} =$

$= v_k\cdot\frac{77}{85} = \frac{77}{85}\cdot 75\ см/с.$

Тогда отн. скр. (искомая) $\vec{v}_0 = \vec{v}_k - \vec{V}$ =>

=> $v_{0x} = v_{kx} - V_x = \frac{36}{85}\cdot 75\ см/с - 68\ см/с = \frac{36\cdot 15}{17}\ см/с - 68\ см/с =$

$= \frac{36\cdot 15 - 68\cdot 17}{17}\ см/с = \frac{540 - 1156}{17}\ см/с = \frac{-616}{17}\ см/с.$

$v_{0y} = v_{ky} - V_y = v_{ky} = \frac{77}{85}\cdot 75\ см/с = \frac{77\cdot 15}{17}\ см/с$

$v_0 = \sqrt{v_{0y}^2 + v_{0x}^2} = \sqrt{\frac{1155^2}{17^2} + \frac{616^2}{17^2}}\ см/с = \frac{\sqrt{1334025 + 379456}}{17}\ см/с.$

$\frac{\sqrt{1713481}}{17}\ см/с = \sqrt{5929}\ см/с = 77\ см/с.$

Ответ: 1) $v_k = 75\ см/с$ - скор. кольца.

2) $v_0 = 77\ см/с$ - отн. скор. кольца.

3) —

№2

По закону Менделеева-Клапейрона: $pV = \mu RT$. По I нач. термод. $\Delta Q = A + \Delta U$.

Рассм. процессы 1-2 и 2-3:

$\Delta Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$ $\Delta Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$.

$A_{12} = 0$, т.к. V const. $A_{23} = p_{23}\Delta V = p_{max}\Delta V$.

$\Delta U = U_к - U_н = \frac{3}{2}(\mu RT)_к - \frac{3}{2}(\mu RT)_н = \frac{3}{2}(pV)_к - \frac{3}{2}(pV)_н = \frac{3}{2}\Delta(pV)$.

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\Delta(pV)_{12} = \frac{3}{2}\Delta p V_{min}$ $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\Delta(pV)_{23} = \frac{3}{2}p_{max}\Delta V$.

$\Delta Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 0 + \frac{3}{2}\Delta p V_{min} = \frac{3}{2}\Delta p V_{min}$.

$\Delta Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_{max}\Delta V + \frac{3}{2}p_{max}\Delta V = \frac{5}{2}p_{max}\Delta V$.

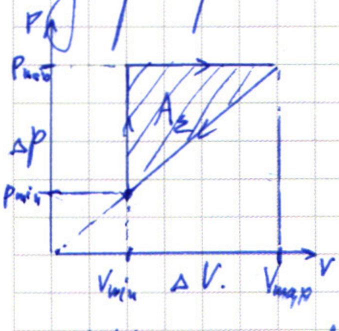
$C_{12} = \frac{\Delta Q_{12}}{\Delta T_{12}\mu} = \frac{\Delta Q_{12} R}{\Delta(pV)_{12}} = \frac{\frac{3}{2}\Delta p V_{min} R}{\Delta p V_{min}} = \frac{3}{2}R$.

$C_{23} = \frac{\Delta Q_{23}}{\Delta T_{23}\mu} = \frac{\Delta Q_{23} R}{\Delta(pV)_{23}} = \frac{\frac{5}{2}p_{max}\Delta V R}{p_{max}\Delta V} = \frac{5}{2}R$.

$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{5}$ ← 2-3 – изобара ($p = const$).

$\frac{\Delta Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}p_{max}\Delta V}{p_{max}\Delta V} = \frac{5}{2}$.

Из графика:



За цикл газ соверш. работу $A_\Sigma = \frac{1}{2}\Delta p\Delta V$ и получает кол-во тепл $Q_\Sigma = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}\Delta p V_{min} + \frac{5}{2}p_{max}\Delta V$. Тогда КПД: $\eta = \frac{A_\Sigma}{Q_\Sigma} = \frac{\frac{1}{2}\Delta p\Delta V}{\frac{3}{2}\Delta p V_{min} + \frac{5}{2}p_{max}\Delta V} = \frac{\Delta p\Delta V}{3\Delta p V_{min} + 5p_{max}\Delta V}$. Чем меньше V_{min}, тем меньше знаменатель и (при неизменном ΔV) числитель не ст. меньше => min $\frac{\Delta p\Delta V}{3\Delta p V_{min} + 5p_{max}\Delta V}$ достиг. при V_{min} – min => $V_{min} = 0$. Тогда $\eta \le \frac{\Delta p\Delta V}{5p_{max}\Delta V}$. Но $\Delta p \le p_{max}$ => $\eta \le \frac{1}{5}$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$ ($C_{12} : C_{2-3}$); 2) $\frac{5}{2}$; 3) $\eta \le \frac{1}{5}$. $\frac{1}{5}$ дост. при $p_{min} = 0$ ($\Delta p = p_{max}$) и $V_{min} = 0$ ($\Delta V = V_{max}$).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Частица будет отталкиваться от положительной обкладки конденсатора => вылетит через отрицательную => вылетит, пройдя расстояние 0,75d. Т.к. поле однородно, то ускорение частицы a=const. Тогда:

$L = V_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2}$ (т.к. $V_0 = 0$) =>

$\Rightarrow a = \frac{3d}{2T^2}$. Тогда $V_1 = V_0 + aT = aT = \frac{3d}{2T^2} \cdot T = \frac{3d}{2T}$.

Мы знаем, что ускорение частицы $a = \frac{3d}{2T^2}$. По 2з. Н. $ma = F \Rightarrow ma = qE$, а $E = \frac{Q}{\varepsilon\varepsilon_0 S}$, где $\varepsilon = 1$, т.к. все проходит в вакууме. Тогда: $ma = \frac{qQ}{\varepsilon\varepsilon_0 S} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{3dm}{2T^2} = \frac{qQ}{\varepsilon_0 S} \Rightarrow Q = \frac{3dm\varepsilon_0 S}{2T^2 q} = \frac{3d\varepsilon_0 S}{2T^2 \gamma}$

Заметим, что после выхода из конденсатора на частицу больше не будут действовать силы притяжения/отталкивания конд-ра (т.к. на малых расст. $\sqrt{S} \gg l \Rightarrow E_+ = const; E_- = const; E_\Sigma = E_+ + E_- = 0$, а на больших $d \to 0$ отн. расст => обе обкладки можно положить в одно место) => $V_2 = V_1 = \frac{3d}{2T}$.

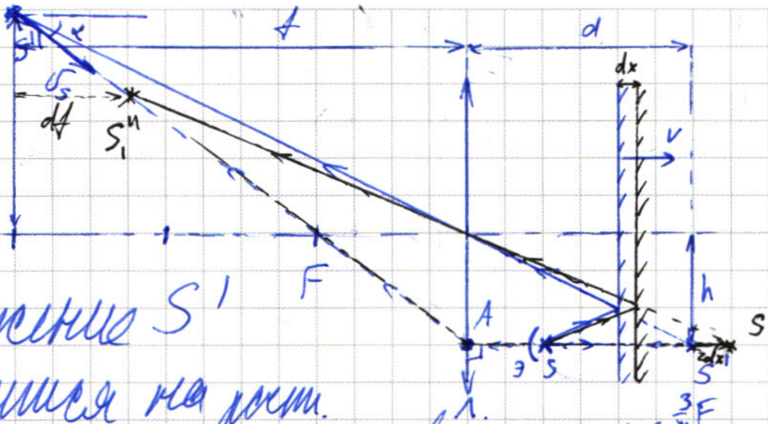
Ответ: 1) $V_1 = \frac{3d}{2T}$

2) $Q = \frac{3d\varepsilon_0 S}{2T^2 \gamma}$

3) $V_2 = \frac{3d}{2T}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№5



Изображение S' находится на расст. $\frac{3}{2}F$ от линзы, и на высоте h от Г.О.О. Тогда по формуле линзы: $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$ (для обозн. см. рис) $\Rightarrow$

$\Rightarrow f=\frac{dF}{d-F}=\frac{\frac{3}{2}F\cdot F}{\frac{3}{2}F-F}=3F$. это и есть расстояние, необх. наблюдателю. Также заметим, что $H=\Gamma\cdot h$, где $\Gamma=\frac{f}{d}=2 \Rightarrow H=2\cdot\frac{3}{4}F=\frac{3}{2}F$

Теперь заметим, что при движении зеркала изображение S_1'' должно всегда быть на прямой AS'' (где A – перп. из S на Л), т.к. мнимый луч из S_1' будет проходить через A и фокус, а на нем д.б. точка пересечения лучей (т.к. этот мнимый луч тоже должен в нее попасть), но тогда скорость $\vec{v}_S$ направлена вдоль прямой $S''A$, а прямая $S''A$ за $3F$ (по гориз.) изменяет высоту на $H+\frac{3}{4}F=\frac{3}{2}+\frac{3}{4}F=\frac{9}{4}F$.

Но это значит, что $tg\alpha=\frac{\frac{9}{4}F}{3F}=\frac{3}{4} \Rightarrow \alpha=arctg\frac{3}{4}$.

Пусть зеркало передвинулось за малое время dt на расстояние dx. Тогда изобр. S_1' сместилось на $2dx$, а изобр. S_1'' на df (по горизонтали). Тогда по ф-ле т. линзы:

$\frac{1}{d+2dx}+\frac{1}{f-df}=\frac{1}{F} \Rightarrow f-df=\frac{(d+2dx)F}{d+2dx-F}$. Тогда:

$-df=f-df-f=\frac{(d+2dx)F}{d+2dx-F}-\frac{dF}{d-F}$. Посчитаем:

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$-df = \frac{(d+2dx)F(d-F) - dF(d+2dx-F)}{(d-F)(d+2dx-F)} = \frac{\cancel{d^2F} + \cancel{2ddxF} - \cancel{dF^2} - 2dxF^2 - \cancel{d^2F} - \cancel{2ddxF} + \cancel{dF^2}}{(d-F)(d+2dx-F)} = \frac{-2dxF^2}{(d-F)(d+2dx-F)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{sx} = \frac{-df}{dt} = \frac{2dxF^2}{(d-F)(d+2dx-F)\,dt} = \frac{2vF^2}{(d-F)(d+2dx-F)}.$$

$2dx$ — пренебр. мало $\Rightarrow v_{sx} = \frac{2vF^2}{(d-F)^2} = \frac{2vF^2}{(\frac{1}{2}F)^2} =$

$= 8v.$

$tg\,\alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow v_s = \frac{5}{4} v_{sx} = \frac{5}{4}\cdot 8v = 10v.$

Ответ: 1) $f = 3F$ — расст. от линзы

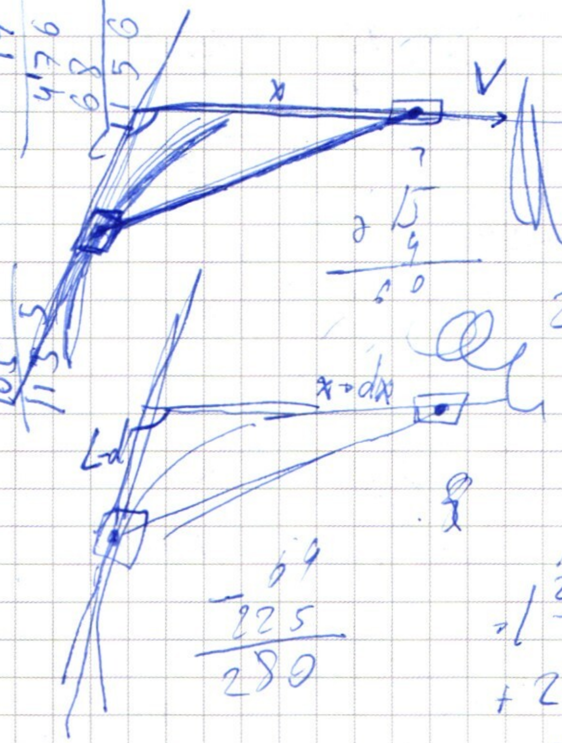
2) $\alpha = arctg\frac{3}{4}$.

3) скорость изобр. $v_s = 10v$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$x^2+l^2-2xl\cos\alpha=(x+dx)^2+(l-dl)^2-2(x+dx)(l-dl)\cos\alpha$

$x^2+l^2-2xl\cos\alpha=x^2+2x\,dx+dx^2+l^2-2l\,dl+dl^2-2xl\cos l+2x\,dl\cos\alpha-2l\,dx\cos\alpha+2dx\,dl\cos\alpha$

$0=2x\,dx-2l\,dl+dx^2+dl^2+2x\,dl\cos\alpha-2l\,dx\cos\alpha+2dx\,dl\cos\alpha$

$2(l-x\cos\alpha)\,dl=2(x-l\cos\alpha)\,dx+(dx^2+dl^2-2dx\,dl\cos\alpha)$

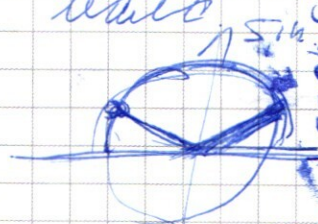
$\frac{l-x\cos\alpha\;dl}{dt}=\frac{x-l\cos\alpha\;dx}{dt}+\frac{dx^2}{dt}+\frac{dl^2}{dt}-\frac{dx\,dl\cos\alpha}{dt}$

$(l-x\cos\alpha)v_k=(x-l\cos l)v_4+\underbrace{dx\,v+dl\,v_k-dl\,v_4\cos\alpha}_{\text{мало}}$

$v_k=\boxed{\frac{x-l\cos\alpha}{l-x\cos\alpha}v_4}$

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

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



60 − 24 = 36; 15·15 = 225; 17·17 = 289; 15·4 = 60; 289 − 225 = 64; 17·5 = 85; 64 + 225 = 289; 85·85 = 7225; 36·36 = 1296; 7425 − 1296 = 6129; 5929

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$15 \cdot 5 = 75$

$85 = 5 \cdot 17$

$17 \cdot 4 = 68$

$2601 \cdot 17 = 44217$

$17 \cdot 5 = 85$

$51 \cdot 51 = 2601$

$75 - 68 = 7$

$15 \cdot 36 = 540$

$4590 - 3264 = 1326$

$4590 + 3264 = 7854$

$68 \cdot 17 = 1156$

$13 \cdot 102 = 13 \cdot 51 \cdot 2$

$1156 - 540 = 616$

$17 \cdot 9 = 153$

$5929 \cdot 17 = 100793$

$75 + 68 = 143$

$153 \cdot 30 = 4590$

$153 \cdot 17 = 2601$

$85 \cdot 85 = 7225$

$143 \cdot 7 = 1001$

$11 \cdot 7 \cdot 102 = 11 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 51$

$7854 : 11 = 714$

$13 \cdot 4 = 52$

$3266 \cdot 3266 = 10665756$

$4590 \cdot 4590 = 21068100$

$4004 \cdot 2601 = 10414404$

$21068100 - 10414404 = 10653696$

$3306 \cdot 3306 = 10929636$

$3264 \cdot 3264 = 10653696$

$3106 \cdot 3106 = 9647236$

$83 \cdot 83 = 6889$

$77 \cdot 77 = 5929$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1155 × 1155

5775
5775
1155
1155
1334025

616 × 616

3696
616
3696
379456

1334025
1713481

1713481 | 17
17 | 100793
134
119
158
153
51
51
0

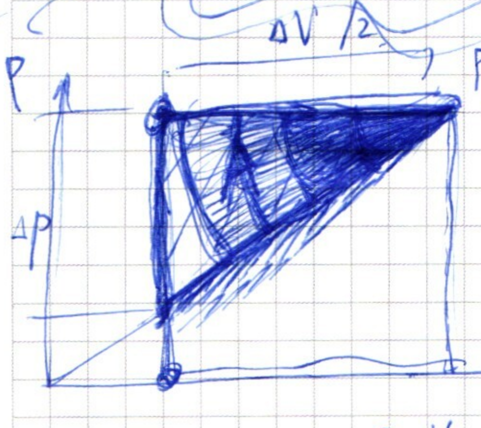
77 × 77

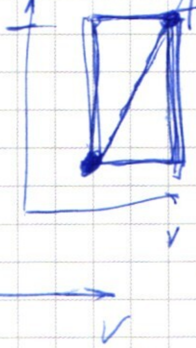
539
539
5929

100793 | 17
85 | 5916
157
153
29
17
123
122

ПРОБЛЕМ

100793 | 17
85 | 5929
157
153
49
34
153





$A = p\Delta V$ $\quad E = \frac{3}{2}\nu RT = \frac{3}{2}pV \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta E = \frac{3}{2}p\Delta V \Rightarrow$

$\Rightarrow Q = A + \Delta E = \boxed{\frac{5}{2}p\Delta V}$

$\frac{\Delta p \Delta V}{2} = \frac{p\Delta V}{2}$

$\frac{CU^2}{2}$ $\frac{Q^2}{2C}$ $C = \frac{Q}{U}$ $\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$

$q \to d$ $\frac{Qq}{2C} = \frac{Qqd}{2\varepsilon\varepsilon_0 S} \Rightarrow$

$\int \frac{Q^2}{2C}$

$\varepsilon = 1$

$\Rightarrow A_d = \frac{Qqd}{2\varepsilon\varepsilon_0 S} = Eqd$

$E = \frac{Q}{2\varepsilon S}$

$A_d = \frac{Qq}{C} = \frac{Qqd}{\varepsilon\varepsilon_0 S}$

$Eqd \Rightarrow E = \frac{Q}{\varepsilon\varepsilon_0 S}$

$\frac{1}{4\pi k}$