

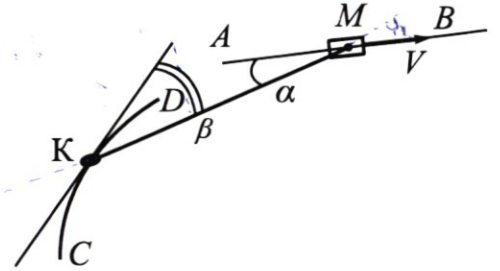
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-02

Класс 11

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

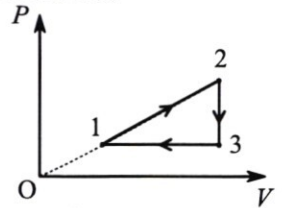
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной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

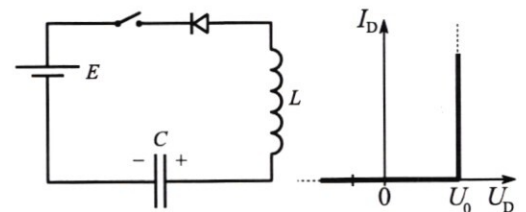


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между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

- 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.

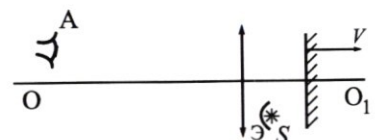
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

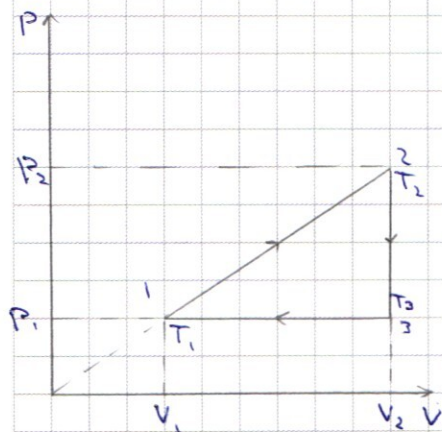
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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

№ 2.



1) Потенциал температур происходит на участках
2-3 и 3-1 (изотерма T_2 левее T_1 , тем
изотерма T_3 , а T_3 - левее T_1)

2-3: процесс изохорный $\Rightarrow$

$$C_{2-3} = \frac{3}{2} R$$

3-1: изобарный $\Rightarrow$

$$C_{3-1} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{2-1}}{C_{1-2}} = \frac{5}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$$

$$2) A_{1-2} = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} k V dV = \frac{k(V_2^2 - V_1^2)}{2} = \frac{2R(T_2 - T_1)}{2}$$

$$Q_{1-2} = \Delta U + A = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1) + \frac{1}{2} 2R(T_2 - T_1) = 2 2R(T_2 - T_1)$$

$$\frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = 4$$

$$3) \eta = \frac{Q}{Q_{\Sigma}} = \frac{Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-1}}{Q_{1-2}}$$

$$Q_{2-3} = C_{2-3} 2(T_3 - T_2) = \frac{3}{2} 2R(T_3 - T_2)$$

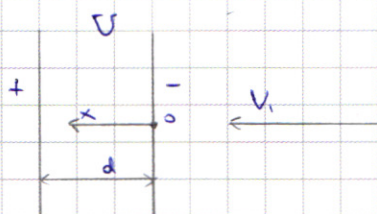
$$Q_{3-1} = C_{3-1} 2(T_1 - T_3) = \frac{5}{2} 2R(T_1 - T_3)$$

$$Q = 2R(2T_2 - 2T_1 + \frac{3}{2}T_3 - \frac{3}{2}T_2 + \frac{5}{2}T_1 - \frac{5}{2}T_3) = \frac{2R}{2}(T_2 - T_1 - 2T_3)$$

$$\eta = \frac{T_2 - T_1 - 2T_3}{4(T_2 - T_1)} \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{4}$$

Ответ: 1) $5/3$; 2) 4; 3) $1/4$

№ 3.



Дано:

$$d, V_0, \gamma = q/m$$

Найти:

$$1) T; 2) U; 3) V_0$$

Решение:

До начала в конденсатор на расстоянии не детерминирован никакие силы.

Возьмем Ox , так, чтобы $m.O$ была в точке начала расстояния, а ось $Sina$ сонаправлена с V_0 , тогда:

$$x(t) = V_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$V_x(t) = V_0 - a t$$

$$\text{Т.к. } t = T, V_x(T) = 0, x(t) = d - d/5 = 4d/5 \Rightarrow$$

$$a = \frac{V_0}{T} \Rightarrow V_0 T - \frac{V_0}{2T} T^2 = \frac{4d}{5}$$

$$T = \frac{8d}{5V_0} \Rightarrow a = \frac{5V_0^2}{8d}$$

Запишем II-й закон Ньютона для частицы:

$$Eq = ma$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow \frac{U}{d} q = m \cdot \frac{5V_0^2}{8d} \Rightarrow U = \frac{m}{q} \cdot \frac{5V_0^2}{8} = \frac{5V_0^2}{8\gamma}$$

3) Процесс симметричен во времени относительно момента остановки частицы $\Rightarrow V_0 = V_0$

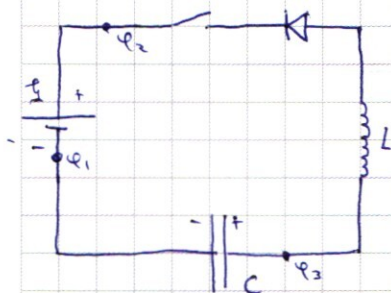
Ответ: 1) $8d/5V_0$

$$2) \frac{5V_0^2}{8\gamma}$$

$$3) V_0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4.



Дано:

$$\xi = 3 \text{ В}$$

$$C = 20 \text{ нФ}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

Найти:

$$1) \dot{I}_0; 2) I_{\max}; 3) U_2$$

Решение:

$$1) \xi = -U_1 + \dot{I}_0 L \text{ - сразу после замыкания.}$$

$$\dot{I}_0 = \frac{\xi + U_1}{L} = \frac{3 + 6}{0,2} = 45 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) ~~максимальная ток будет сразу после замыкания~~

$$U_0 = \varphi_2 - \varphi_1 = (\varphi_2 - \varphi) + (\varphi_1 - \varphi_2) = U_2 - \xi \Rightarrow U_2 = \xi + U_0 = 4 \text{ В}$$

Затем закон сохранения энергии:

$$\xi \Delta q = \Delta W_C + \Delta W_L$$

$$\Delta q = U \Delta q = C(\xi + U_0) - C U_1 = C(\xi + U_0 - U_1)$$

$$\Delta W_C = \frac{C(\xi + U_0)^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\Delta W_L = \frac{L \dot{I}^2}{2}$$

3-й) Пусть максимальный ток течет при $U_c = U_1$, тогда:

$$\xi \text{ и } q = a W_c + a W_k$$

$$a q = c(U - U_1)$$

$$\Rightarrow \xi c(U - U_1) = \frac{c}{2}(U^2 - U_1^2) + \frac{L I^2}{2}$$

$$a W_c = \frac{c U^2}{2} - \frac{c U_1^2}{2}$$

$$\xi c(U - U_1) - \frac{c}{2}(U - U_1)(U + U_1) = \frac{L I^2}{2}$$

$$a W_k = \frac{L I^2}{2}$$

$$c(\xi - \frac{U}{2} - \frac{U_1}{2})(U - U_1) = \frac{L I^2}{2}$$

$$\frac{c(2\xi - U - U_1)(U - U_1)}{f(U)} = L I^2$$

Найдем максимум $f(U)$:

$$f'(U) = -(U - U_1) + 2\xi - U - U_1 = 0$$

$$-2U + 2\xi = 0 \Rightarrow U = \xi$$

U не может быть равно ξ , так как при этом U точно не будет "нулевым" ток $\Rightarrow$ максимальный ток будет при $U = U_2$.

$$U_0 = \varphi_3 - \varphi_2 = (\varphi_3 - \varphi_1) + (\varphi_1 - \varphi_2) = U_1 - \xi \Rightarrow U_2 = \xi + U_0 = 4 \text{ В}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{c}{L} \cdot (2\xi - \xi - U_0 - U_1)(\xi + U_0 - U_1)} = \sqrt{\frac{c}{L}(\xi - U_0 - U_1)(\xi - U_1 + U_0)} =$$

$$= \sqrt{\frac{c}{L} \cdot (\xi - U_1)^2 - U_0^2} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6}} \cdot (9 - 1) - 8} = \sqrt{10^4 - 8} = \frac{2\sqrt{2}}{100} = \frac{\sqrt{2}}{50} \text{ А}$$

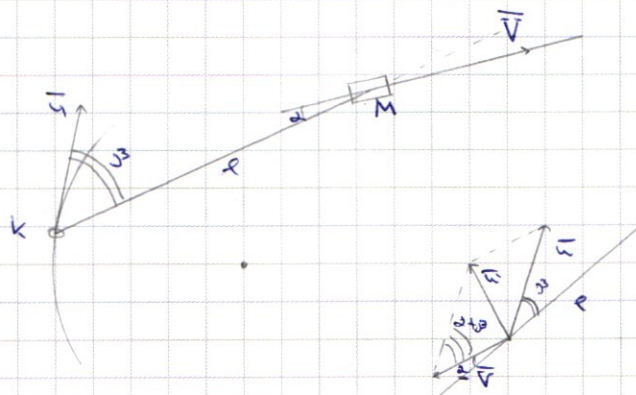
Ответ: 1) 45 А/с

$$2) \frac{\sqrt{2}}{50} \text{ А}$$

$$3) 4 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.



Дано:

$$V = 40 \text{ см/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

$$e = 17 R / 15$$

$$\cos \alpha = 3/5$$

$$\cos \beta = 8/17$$

Найти:

1) u ; 2) u' ; 3) T

Решение:

Поскольку $\vec{V}$ вектор скорости, направленный по касательной к траектории, то $\vec{u}$ и $\vec{u}'$ (проекции $\vec{V}$ на $\vec{r}$ и $\vec{r}'$ соответственно) направлены по радиусу-вектору и тангенсу к траектории в точке M соответственно. Это из-за того, что $\vec{r}$ и $\vec{r}'$ перпендикулярны $\vec{V}$.

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

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

$$2) \vec{u}' = \vec{u} - \vec{V}$$

$$u'^2 = u^2 + V^2 - 2uV \cos(\alpha + \beta) = u^2 + V^2 - 2uV(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) =$$

$$= u^2 + V^2 - 2uV \cos \alpha \cos \beta + 2uV \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$u'^2 = u^2 + V^2$$

$$u'^2 = 40^2 + 51^2 + 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot \frac{36}{5 \cdot 17} = 40^2 + 51^2 + 8 \cdot 3 \cdot 36 \cdot 2 = 5929$$

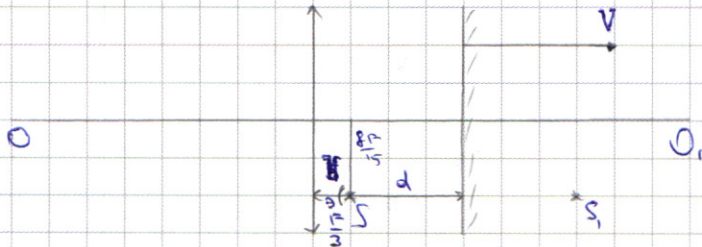
№ 1 (продолжение)

$$u' = \sqrt{5929} \text{ см/с}$$

Ответ: 1) 51 см/с

$$2) \sqrt{5929} \text{ см/с}$$

№ 5.



Дано:

F, V

Найти:

1) f , 2) a , 3) u

Решение:

$$1) d = F - \frac{F}{3} = \frac{2F}{3} - \text{расстояние от центра до зеркала.}$$

$$a = \frac{F}{3} + 2d = \frac{F}{3} + \frac{4F}{3} = \frac{5F}{3} - \text{расстояние от отраженного изображения до линзы.}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F} \Rightarrow f = \frac{5}{2}F$$

2) 3) В произвольный момент времени:

$$d = Vt - \frac{F}{3}$$

$$a = \frac{F}{3} + 2d = 2Vt - \frac{F}{3}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} \Rightarrow f = \frac{F \cdot \frac{6Vt - F}{3}}{\frac{6Vt - F}{3} - F} = \frac{6Vt - F}{6Vt - 4F} \cdot F$$

$$u = \dot{f} = \frac{6V(6Vt - 4F) - 6V(6Vt - F) \cdot F}{(6Vt - 4F)^2} = \frac{-24VF + 6VF}{(6Vt - 4F)^2} \cdot F$$

В момент, когда расстояние между линзой и зеркалом равно F :

$$14) = \frac{18VF^2}{(6F - 4F)^2} = \frac{18VF^2}{4F^2} = \frac{9V}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

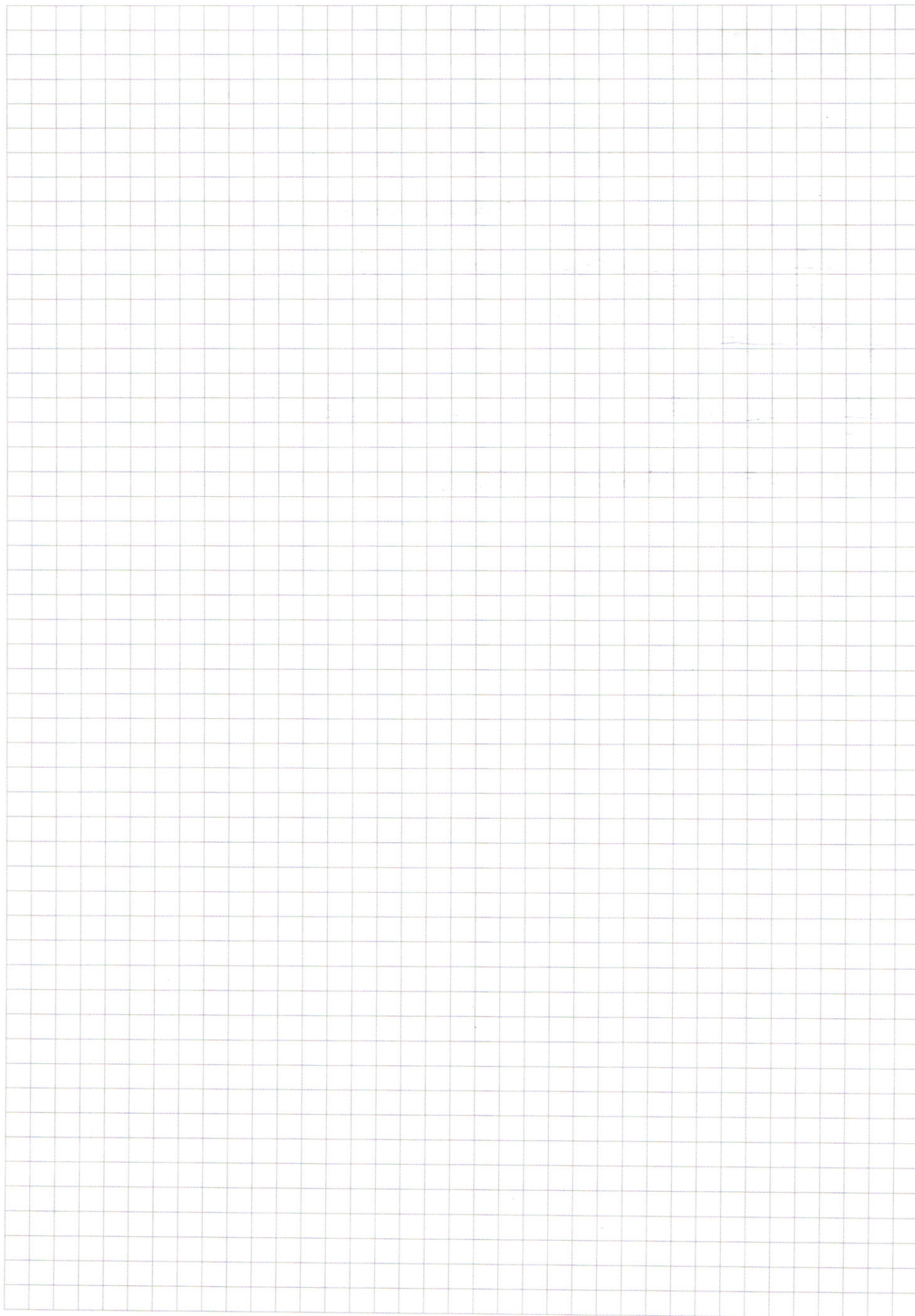
№ 5 (продолжение)

$$\Gamma = \frac{a}{r} = \frac{5F}{3} \cdot \frac{2}{5F} = \frac{2}{3} - \text{пропорциональное увеличению длины}$$

$$\Gamma^2 = \frac{4}{9} = \frac{\omega^2}{2V}$$

$$\frac{4}{9} = \frac{9V}{2} \cdot \frac{\omega^2}{2V} \Rightarrow \frac{9}{4} \omega^2 = \frac{4}{9} \Rightarrow \omega^2 = \frac{16}{81}$$

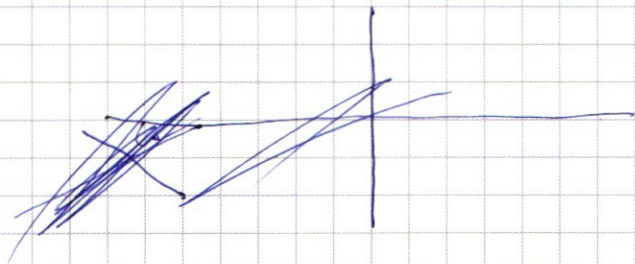
Ответ: 1) $5F/2$; 2) $16/81$; 3) $9V/2$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

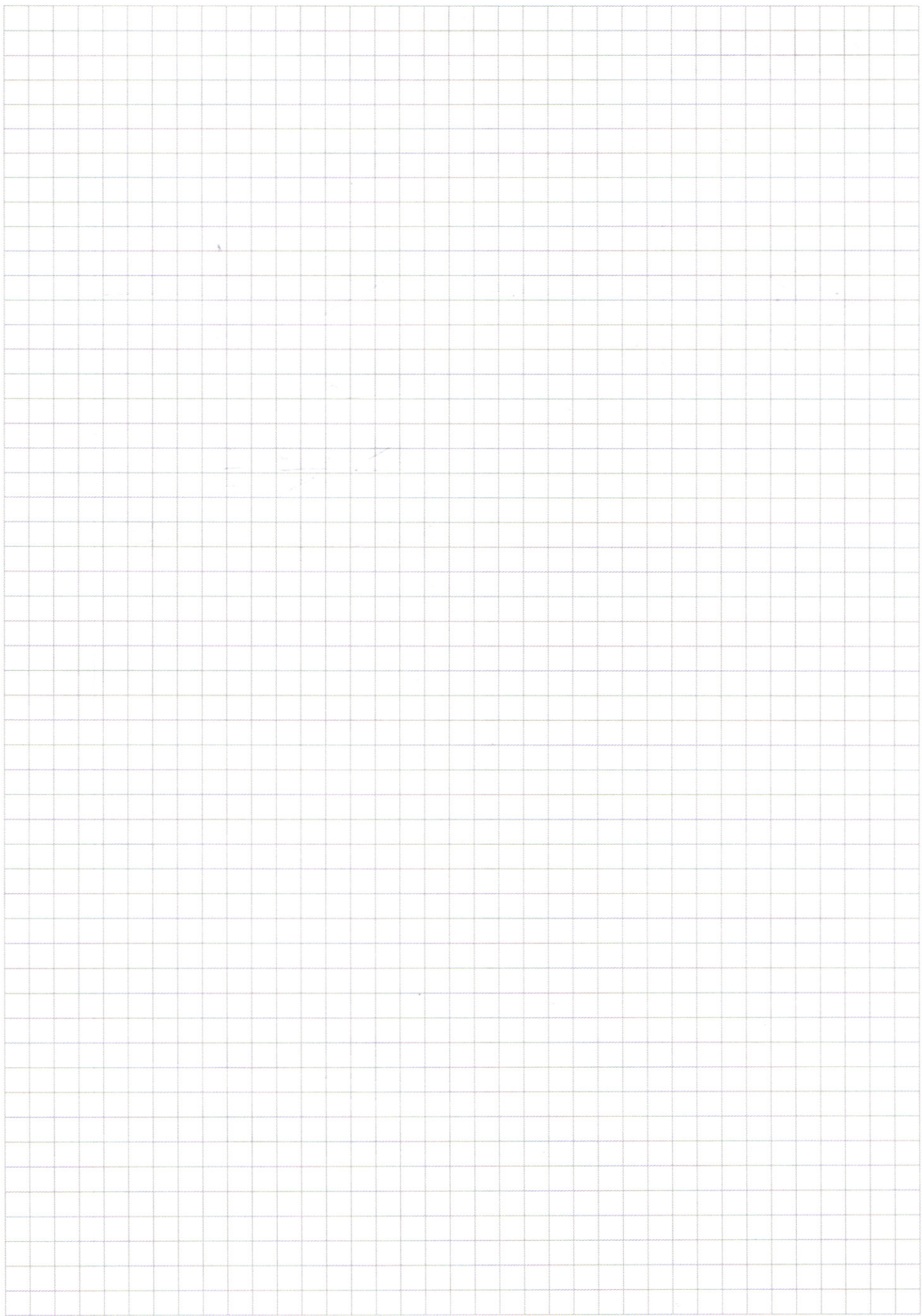
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{v \cos \alpha}{2v} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{9v}{2} \cdot \frac{\cos \alpha}{2v} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{9}{4} \cos \alpha = \frac{1}{9} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{16}{81}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_{\text{кин}} = \int \mathbf{v} \cdot d\mathbf{q} = \int (c \mathbf{v} + c \mathbf{v}_0 - c \mathbf{v}_1) = \int c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1)$$

$$\cancel{dW_c = c v} \quad dW_c = \cancel{c v} \frac{c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0)^2}{2} - \frac{c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_1)^2}{2}$$

$$dW_L = \frac{L I^2}{2}$$

$$v_1 = \mathbf{v} + \mathbf{v}_0 = 3 + 1 = 4 \text{ м/с}$$

$$\cancel{L c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1)} = \frac{c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0)^2}{2} - \frac{c \mathbf{v}_1^2}{2} + \frac{L I^2}{2} \Rightarrow \cancel{L c}$$

$$\cancel{L c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1)} = \cancel{L c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_0 + \mathbf{v}_1)}$$

или так $v_c \Rightarrow$

$$\cancel{L} = \mathbf{v} + \mathbf{v}_0 + \mathbf{v}_1 \quad 3 + 20 \text{ м/с} + 3 + 20 \quad c (\mathbf{v} - \mathbf{v}_c) =$$

$$L c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1) - \frac{c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1)(\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 + \mathbf{v}_1)}{2} = \frac{L I^2}{2}$$

$$c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1) \left(\mathbf{v} - \frac{1}{2} \mathbf{v} - \frac{1}{2} \mathbf{v}_0 - \frac{1}{2} \mathbf{v}_1 \right) = \frac{L I^2}{2}$$

$$\frac{c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1)(\mathbf{v} - \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1)}{2} = \frac{L I^2}{2}$$

$$c (\mathbf{v} + \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1)(\mathbf{v} - \mathbf{v}_0 - \mathbf{v}_1) = L I^2$$

$$\Rightarrow I^2 = \frac{c (\mathbf{v} - \mathbf{v}_1)^2 - \mathbf{v}_0^2}{L} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{c (\mathbf{v} - \mathbf{v}_1)^2 - \mathbf{v}_0^2}{L}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^6 ((9 - 1) - 1)}{0,2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{10 \cdot 10^6 \cdot 8}{10^{-1}}} = \sqrt{10^9 \cdot 8} = 10^4 \cdot 2 \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{50} \text{ А}$$

$$v_2 = \mathbf{v} + \mathbf{v}_0 = 3 + 1 = 4 \text{ м/с}$$

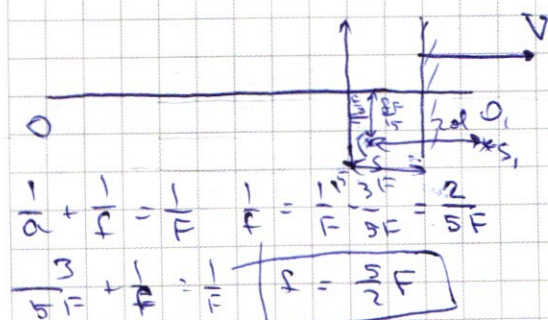
~ 5.

d - расстояние от S до зеркала

$$d = F - \frac{F}{3} = \frac{2F}{3}$$

a - расстояние от S до линзы

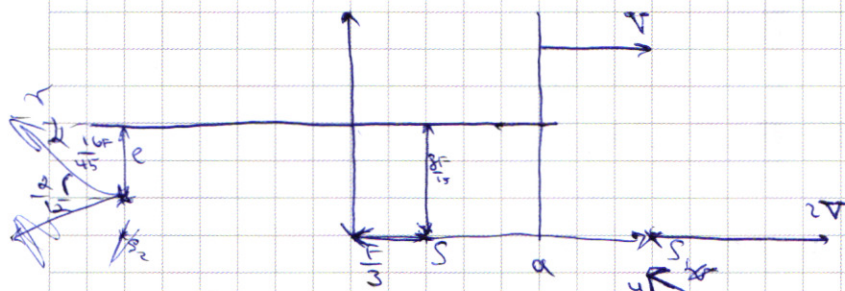
$$a = 2d + \frac{F}{3} = \frac{4F}{3} + \frac{F}{3} = \frac{5F}{3}$$



$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{5F} = \frac{4}{5F}$$

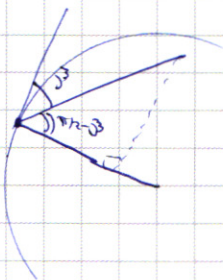
$$\frac{3}{5F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \boxed{f = \frac{5}{2} F}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}$$



$$\frac{v^2 \cos \alpha}{2v} = r^2 - \frac{1}{g}$$

$$\cancel{T} = T \quad \tan \alpha = \frac{e}{m}$$



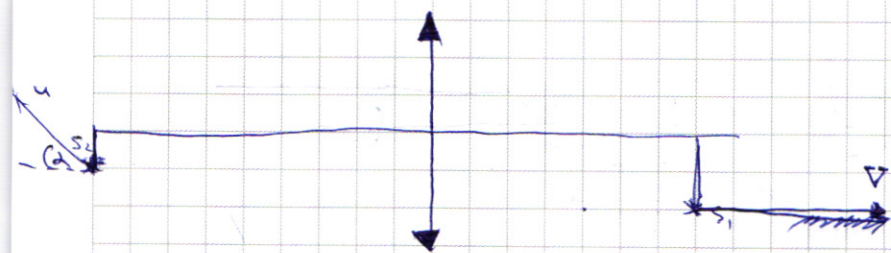
$$T \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = T \sin \beta = m \frac{v^2}{r} = m \frac{v^2}{R}$$

$$T/\omega \rightarrow \beta = m a$$

$$T \sin(\theta + \delta) = \frac{w}{2}$$

~~$\tau \mapsto (\beta + \delta) = \max$~~

~~$$T \omega_{j3} = T \omega_{j3 + \delta}$$~~



$$d = \sqrt{f} \cdot t - \frac{f}{3}$$

$$a = \frac{F}{3} + 2d = \frac{F}{3} + 2vt - \frac{2F}{3} = 2vt - \frac{F}{3}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{a} = \frac{a - v}{av} \quad f = \frac{av}{a - v} = \frac{v(2vt - \frac{v}{2})}{2vt - \frac{v}{2}}$$

$$\frac{\frac{6Vt - F}{3}}{\frac{6Vt - 4F}{3}} = \frac{6Vt - F}{6Vt - 4F} \cdot F$$

$$p' = v = \frac{6V(6Vt - 4F) - 6V(6Vt - F)}{(6Vt - 4F)^2} \cdot F$$

$$= \frac{-24VF + 6VF}{(6Vt - 4F)^2} \cdot F \quad (v) = \frac{18VA^2}{4A^2} = \frac{9V}{2}$$

$$U_1 = \frac{18 \text{ V}^2}{4 \text{ A}^2} = \frac{9 \text{ V}}{2}$$

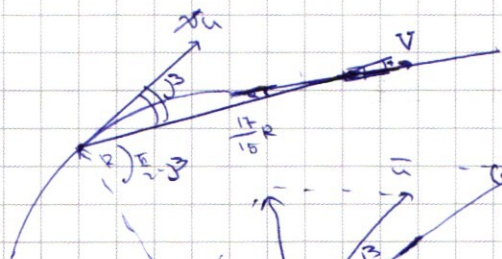
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{u \cdot v}{uv}$$

$$u + \bar{v} = \bar{u} \Rightarrow \bar{u} = -\bar{v}$$

$$\begin{array}{r} 2601 \\ + 1128 \\ \hline 4329 \\ + 1600 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 3 \\ \hline 36 \end{array}$$



Векторы u и v имеют одинаковую длину.

$$|u| = |v| = 1$$

$$|w| = 2 \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{64}{225}} = \frac{15}{17} = \frac{3 \cdot 5}{17} = \frac{3}{17} \cdot \frac{5}{1} = \frac{3}{17} \cdot \frac{17}{5} = \frac{3}{5}$$

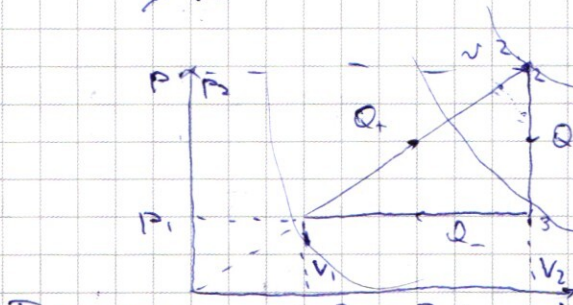
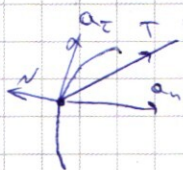
$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{12}{25} - \frac{12}{17} = \frac{12}{25} - \frac{12 \cdot 5}{17 \cdot 5} = \frac{12}{25} - \frac{60}{85} = \frac{12}{25} - \frac{24}{17} = \frac{12 \cdot 17 - 24 \cdot 25}{25 \cdot 17} = \frac{204 - 600}{425} = -\frac{396}{425}$$

$$w^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta) = 1 + 1 - 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(-\frac{396}{425}\right) = 2 + \frac{792}{425} = \frac{850}{425} = \frac{34}{17}$$

$$= u^2 + v^2 + 2 \cdot \frac{36}{5 \cdot 17} \cdot 1 \cdot 1 = 2 + \frac{72}{85}$$

$$= 40^2 + 51^2 + \frac{2 \cdot 36 \cdot 8 \cdot 3}{5 \cdot 17} = 40^2 + 51^2 + \frac{1728}{85} = 1600 + 2601 + 20.21176 = 4221.21176$$

$$= \sqrt{5929} = 77$$



Теплотворность на 2-3 и 3-1.

$$2-3 - \text{изохора} \Rightarrow C_{2-3} = \frac{3}{2} R$$

$$3-1 - \text{изотерма} \Rightarrow C_{3-1} = \frac{5}{2} R$$

$$C_{2-3} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{3-1} = \frac{5}{2} R \Rightarrow$$

$$\frac{C_{2-3}}{C_{3-1}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$$

$$Q_{1-2} = 2 \cdot 2 R (T_2 - T_1)$$

$$A = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_2 - P_2 V_1 + P_1 V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_2 - P_2 V_1 + P_1 V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} (3RT_2 - 4RT_2 - P_1 V_1 + 3RT_1) =$$

$$Q_{1-2} = 2 \cdot 2 R + A = \frac{3}{2} \cdot 2 R + T + \int_{V_1}^{V_2} k V dV =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 2 R + T + \frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) = \frac{3}{2} \cdot 2 R + T + \frac{2 R + T}{2} =$$

$$\frac{Q_{1-2}}{A} = \frac{2 \cdot 2 R}{2 \cdot 2} = 4$$

$$Q_{12} = 2 \gamma R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = C_{23} \gamma (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \gamma R (T_3 - T_2)$$

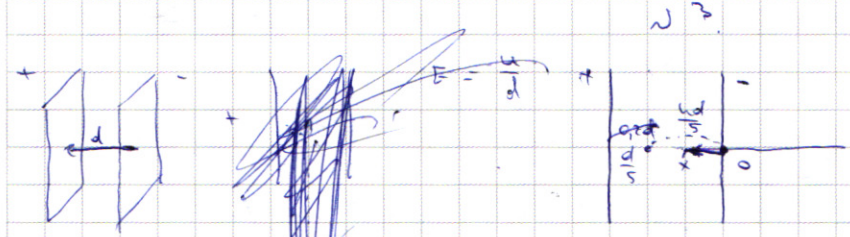
$$Q_{31} = C_{31} \gamma (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \gamma R (T_1 - T_3)$$

$$Q = \gamma R \left(\frac{2}{2} T_2 - \frac{2}{2} T_1 + \frac{3}{2} T_3 - \frac{3}{2} T_2 + \frac{5}{2} T_1 - \frac{5}{2} T_3 \right) =$$

$$= \gamma R \left(\frac{1}{2} T_2 - \frac{1}{2} T_1 - T_3 \right) =$$

$$= \frac{\gamma R}{2} (T_2 - T_1 - 2 T_3)$$

$$\eta = \frac{2 \gamma R (T_2 - T_1)}{\frac{\gamma R}{2} (T_2 - T_1 - 2 T_3)} = \frac{4 (T_2 - T_1)}{T_2 - T_1 - 2 T_3} \Rightarrow \eta_{max} = \frac{1}{4}$$



$$F = m a$$

$$F q = m a$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow a = \frac{E q}{m}$$

$$E = - \frac{d \varphi}{d x}$$

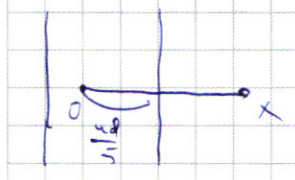
$$S = \frac{4 d^2}{5}$$

$$x(t) = v_1 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$v(t) = v_1 - a T t$$

Тогда основные разложения и значения в

обратную сторону



$$m a = \frac{U}{d} q$$

$$a = \frac{U}{d} \cdot \gamma = \frac{5 U_0^2}{8 \gamma d} \Rightarrow \gamma = \frac{5 U_0^2}{8 d a} \Rightarrow a = \frac{U_0}{T} =$$

$$= U_0 \cdot \frac{5 U_0}{8 d} = \frac{5 U_0^2}{8 d}$$

$$v_1 T - \frac{a T^2}{2} = \frac{4 d^2}{5} \Rightarrow v_1 T - \frac{U_0}{T} \cdot \frac{T^2}{2} = \frac{4 d^2}{5}$$

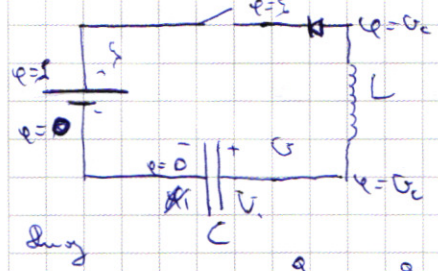
$$v_1 - a T = 0 \Rightarrow \frac{4 d^2}{5} = \frac{4 d^2}{5}$$

$$T = \frac{8 d}{5 U_0}$$

$$U_0 = U_1$$

Тогда симметрия во времени или пр. симметрия

$$\Rightarrow U_0 = U_1$$



$$\mathcal{E} = -U_0 + i L$$

$$i = \frac{\mathcal{E} + U_0}{L} = 0$$

$$\frac{U}{d} q = m \cdot \frac{5 U_0^2}{8 \gamma d} \Rightarrow U = \frac{m}{q} \cdot \frac{5 U_0^2}{8 \gamma} = \frac{5 U_0^2}{8 \gamma}$$

$$U_0 = U_C - \mathcal{E} \Rightarrow U_C = \mathcal{E} + U_0 \Rightarrow q = C(\mathcal{E} + U_0)$$

$$q_0 = C U_0$$

$$i = 0$$

$$I = I_{max}, \text{ при } U_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} U_0$$

$$\mathcal{E} = U_C + i R$$

$$\Rightarrow U_C = \mathcal{E} \Rightarrow$$