

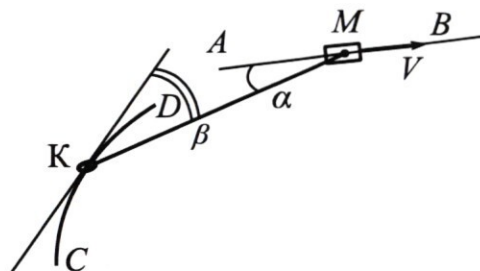
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 11

Вариант 11-01

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

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 α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



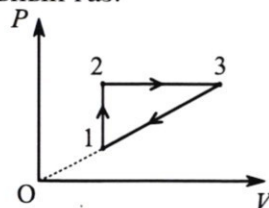
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 ($d \ll \sqrt{S}$). 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 $\frac{q}{m} = \gamma$.

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?

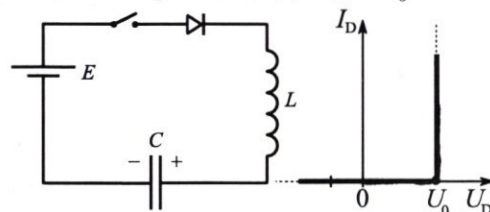
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4.

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$\mathcal{E} = 9 \text{ В}$$

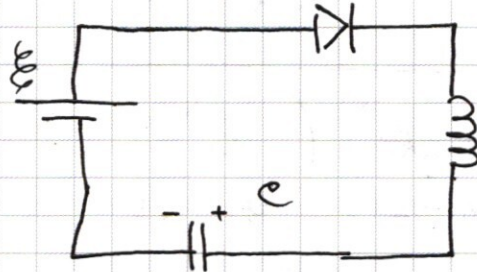
$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$I' - ?$$

$$I_{\max} - ?$$

$$U_2 - ?$$



1) В начальный момент времени заряд оторвавшегося электрона на конденсаторе U_0

$$U_L = \mathcal{E} - U_1 - U_0$$

$$U_L = L I' \text{ тогда } I' = \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_0}{L}$$

$$I' = \frac{9 \text{ В} - 5 \text{ В} - 1 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = 30 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$$

2)

$$\mathcal{E} \Delta q + W_{1c} = W_{2c} + \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

$$W_{1c} = \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\Delta q = (q_2 - q_1) = C (U_2 - U_1)$$

$$I_{\max} \text{ значит } \frac{dI}{dt} = I' = 0 \rightarrow U_L = 0 \rightarrow U_2 = U_1 = (\mathcal{E} - U_0)$$

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

$$W_1 = \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\frac{L I_{\max}^2}{2} = \mathcal{E} \Delta q + \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C U_2^2}{2}$$

$$L I_{\max}^2 = 2 \mathcal{E} C (\mathcal{E} - U_0 - U_1) + C U_1^2 - C (\mathcal{E} - U_0)^2$$

$$L I_{\max}^2 = C [2 \mathcal{E} (\mathcal{E} - U_0 - U_1) + U_1^2 - (\mathcal{E} - U_0)^2]$$

~~$$LI_{\max} = c(\varepsilon - U_0 - U_1)(2\varepsilon - \varepsilon + U_0 - U_1)$$~~

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

$$LI_{\max}^2 = c(\varepsilon - U_0 - U_1)(2\varepsilon - \varepsilon + U_0 - U_1)$$

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

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \underset{9-1-5}{(3)}} \underset{9+1-5}{(5)} =$$

$$= 20 \cdot 10^{-3} \sqrt{15} \approx 76 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

При ~~установившемся~~ ~~напряжении~~ на конденсаторе $I_z = 0$, тогда

~~электрон~~ ~~двигается~~ ~~не~~ ~~сможет~~
~~ε(ε - U₀)~~ ~~опрокидываясь~~, ~~поток~~ ~~серед~~ ~~не~~
 поменяет → ~~серед~~ ~~батарей~~ ~~поток~~ ~~не~~ ~~поменяет~~

$$\frac{CU_2^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{CU_{\text{уст}}^2}{2}$$

$$CU_{\text{уст}}^2 = CU_2^2 + LI_{\max}^2 = c(\varepsilon - U_0)^2 + c(\varepsilon - U_0 - U_1)(\varepsilon + U_0 - U_1)$$

$$U_{\text{уст}} = \sqrt{(\varepsilon - U_0)^2 + (\varepsilon - U_0 - U_1)(\varepsilon + U_0 - U_1)} \rightarrow$$

$$U_{\text{уст}} = \sqrt{(9-1)^2 + (9-1-5)(9+1-5)} = \sqrt{64 + 15} =$$

$$= \sqrt{79} \approx 8,9 \text{ В}$$

$$\text{Ответ: } \dot{I} = \frac{\varepsilon - U_1 - U_0}{L} = 30 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{c}{L} (\varepsilon - U_0 - U_1)(\varepsilon + U_0 - U_1)} \approx 76 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$U_{\text{уст}} = U_{\text{уст}} = \sqrt{(\varepsilon - U_0)^2 + (\varepsilon - U_0 - U_1)(\varepsilon + U_0 - U_1)} \approx 8,9 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3.

$S; d$
 $x = 0,25d$

T
 $\frac{q}{m} = \gamma$

$v_1 - ?$

$Q - ?$

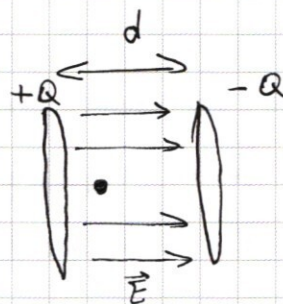
$v_2 - ?$

①

1) $C = \frac{S \epsilon \epsilon_0}{d}$

$C = \frac{S \epsilon_0}{d}$

2) так $d \ll \sqrt{S}$ нас можно считать однородным



$Q > 0$

Пл. конденсатора заряжена положительно, то она подействует по направлению к отрицательной отрицательно

$\epsilon = 1$ так система в вакууме

③ $U = Ed$

$F = Eq = ma$

На конденсатор действует постоянная сила $F = Eq$
она движется с ускорением $a = \frac{Eq}{m}$

Добавим из конденсатора конденсатор
пройдем $S = d - 0,25d = 0,75d$

~~2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)~~ $v_1 = at$

$2aS = v_1^2 = a^2 T^2$

$2S = aT^2 \rightarrow a = \frac{2S}{T^2} = \frac{1,5d}{T^2}$

$E \gamma = \frac{(d-x) \cdot 2}{T^2}$

$E = \frac{2(d-x)}{\gamma T^2}$

$a = \frac{Eq}{m}$

$v_1 = aT = E \gamma T = \frac{2(d-x) \gamma T}{\gamma T^2} = \frac{2(d-x)}{T} = \frac{3d}{2T}$

$$Q = cU = \frac{SE_0}{d} \cdot Ed = SE_0E = \left[\frac{2(d-x)}{\gamma T^2} \cdot SE_0 \right] = \frac{3dSE_0}{2\gamma T^2}$$

3)

По закону сохранения энергии

~~Начальный~~ Все энергии взаимодействия с полем в начальный момент времени перейдет в кинетическую энергию частицы на бесконечности

$$Uq = \frac{mv_a^2}{2}$$

$$E(d-x) \cdot q = \frac{mv_a^2}{2} \rightarrow v_a = \sqrt{2E(d-x)\gamma} = \sqrt{\frac{2(d-x)\gamma}{T^2 \gamma}} = \frac{2(d-x)}{T} = \left[\frac{3d}{2T} \right]$$

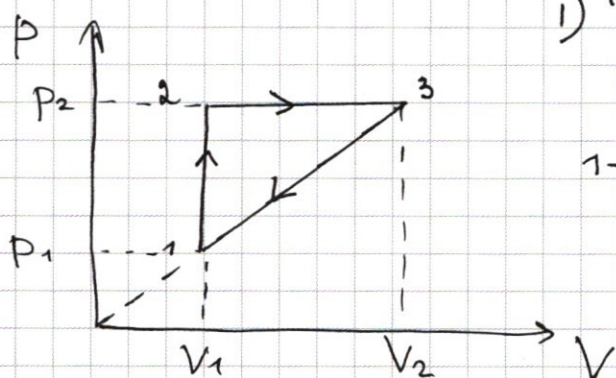
Ответ: $v_1 = \frac{3d}{2T}$

$$Q = \frac{3dSE_0}{2\gamma T^2}$$

$$v_2 = \frac{3d}{2T}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 22



1) Так получаем тепло в процессе
(1-2) и (2-3) так (pV) - возрастает

$$1-2 \quad V = \text{const}$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$C_v \cdot \nu \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$\boxed{C_v = \frac{3}{2} R}$$

$$2-3 \quad p = \text{const}$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$p_{12} \Delta V_{12} = \nu R \Delta T_{23}$$

$$C_p \nu \Delta T_{23} = p_2 \Delta V_{12} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$\text{тогда} \quad C_p \nu \Delta T_{23} = \nu R \Delta T_{23} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$\boxed{C_p = \frac{5}{2} R}$$

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \boxed{\frac{5}{3}}$$

2) 2-3 - изобарный процесс

$$Q_{23} = C_p \nu \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$A_{23} = p_2 \Delta V_{12} = \nu R \Delta T_{23}$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} = \boxed{\frac{5}{2}}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

$$1. \cdot Q_+ = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + p_2 (V_2 - V_1)$$

$$A = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2}$$

$$2. \cdot \begin{matrix} p_1 = p_1 \\ p_2 = p_2 \end{matrix} \text{ из } pV^{\gamma} = \text{const} \rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1^{\gamma}}{V_2^{\gamma}}$$

$$3. \cdot \begin{matrix} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_3 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \frac{p_2 V_1^2}{V_2} = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_3 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_1}{T_3} \end{matrix}$$

2) 8 1 координаты

$$A = \frac{(p_2 - \frac{p_2 V_1}{V_2})(V_2 - V_1)}{2} = \frac{p_2}{2 V_2} (V_2 - V_1)^2$$

3) 8 1.

$$Q_+ = \frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1 \right) + p_2 (V_2 - V_1) = \frac{3}{2} p_2 \frac{V_1}{V_2} \cdot V_1 \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1 \right) + p_2 (V_2 - V_1)$$

$$= \frac{3}{2} p_2 \left(V_2 - \frac{V_1^2}{V_2} \right) + p_2 (V_2 - V_1) =$$

$$= p_2 (V_2 - V_1) \cdot \left(\frac{3}{2} \frac{V_2 + V_1}{V_2} + 1 \right)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{p_2 (V_2 - V_1)^2}{2 V_2 p_2 (V_2 - V_1) \left(\frac{3}{2} \frac{V_2 + V_1}{V_2} + 1 \right)} =$$

$$= \frac{V_2 - V_1}{3 V_2 + 3 V_1 + 2 V_2} = \frac{V_2 - V_1}{5 V_2 + 3 V_1} \quad \text{учет } V_2 = k V_1$$

$$\eta = \frac{k V_1 - V_1}{k 5 V_1 + 3 V_1} = \frac{k - 1}{5k + 3} \rightarrow \max$$

~~$$\frac{1}{\eta} \rightarrow \min \frac{1}{\eta} = \frac{5k - 3}{k - 1} + \frac{8}{k - 1} = 5 + \frac{8}{k - 1} \geq 5$$~~

~~$$\frac{1}{\eta} \rightarrow \min \frac{1}{\eta} = \frac{5k - 3}{k - 1} + \frac{8}{k - 1} = 5 + \frac{8}{k - 1} \geq 5$$~~

$$\eta \rightarrow \frac{1}{5} \rightarrow \eta_{\min} = 0,2$$

$$\eta_{\min} = \frac{1}{5} = 0,2 \quad // \text{ ответ}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1.

$$v = 68 \text{ см/с}$$

$$m = 0,1 \text{ м}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{3}$$

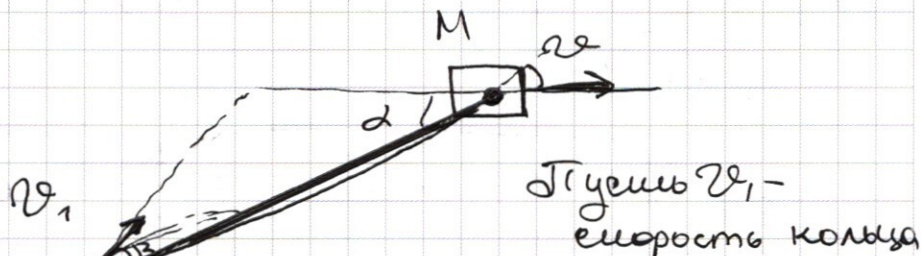
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$v_k - ?$$

$$v_{\text{отн}} - ?$$

$$T - ?$$

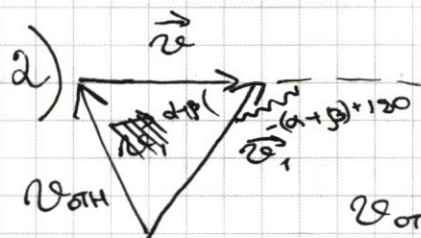


Или, с учетом кинематики, то $v_1 \cos \beta = v \cos \alpha$

1)

$$v_1 = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_1 = \frac{68 \text{ см/с} \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 45 \text{ см/с}$$



По теореме косинусов:

$$v_{\text{отн}}^2 = v^2 + v_1^2 - 2vv_1 \cos(\alpha + \beta)$$

$$v_{\text{отн}}^2 = v^2 + v^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2v^2 \frac{\cos(\alpha + \beta) \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_{\text{отн}}^2 = v^2 \left(1 + \frac{15^2 \cdot 5^2}{17^2 \cdot 4^2} - \frac{2 \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} \right)$$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{289 - 225}}{17} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{4^2}{5^2}} = \frac{3}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{60 - 24}{5 \cdot 17} = \frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$v_{отн}^2 = v^2 \left(1 + \frac{15^2 \cdot 5^2}{17^2 \cdot 4^2} - \frac{2 \cdot 36 \cdot 15 \cdot 5}{5 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 4} \right) =$$

$$= v^2 \left(\frac{17^2 \cdot 4^2 + 15^2 \cdot 5^2 - 2 \cdot 4 \cdot 36 \cdot 15}{17^2 \cdot 4^2} \right)$$

$$v_{отн} = \frac{v}{17 \cdot 4} \left(\sqrt{4^2 (17^2 - 18 \cdot 15) + 15^2 \cdot 5^2} \right) =$$

$$= \frac{v}{68} \sqrt{4^2 \cdot 19 + 15^2 \cdot 5^2} = \frac{v}{68} \sqrt{304 + 5625} =$$

$$= \frac{v}{68} \sqrt{5929} = \frac{68 \text{ см/с}}{68} \sqrt{5929} = \sqrt{5929} \text{ (см/с)}$$

$$\approx 76 \text{ см/с}$$

3) Вешение асиста связанной с муфтой
кольцо фиксируется по окружности с
радиусом $r = \frac{5R}{3}$

Его центростремительное ускорение
обусловлено только T (силой натяжения нити)

$$T = \frac{mv_x^2}{l}$$

, где v_x - скорость кольца
относительно

$$T = \frac{mv_{отн}^2}{l} = \frac{mv^2 \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \frac{\cos \alpha \cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \right)}{l}$$

$$= \frac{3 \cdot m \cdot v^2 \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \frac{\cos \alpha \cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \right)}{5R} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 5929 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 1,9} =$$

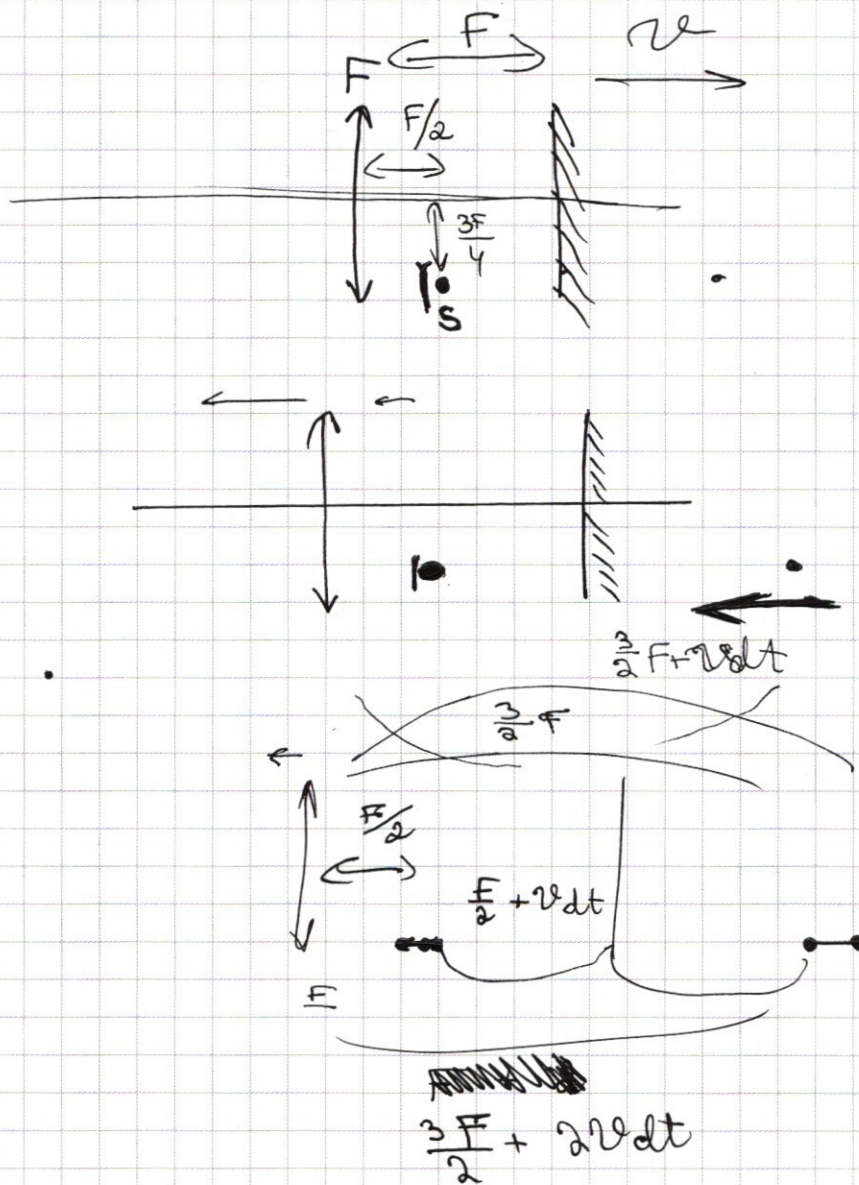
$$= \frac{3 \cdot 5929}{5 \cdot 1,9} \cdot 10^{-4} \text{ (Н)} = 187 \cdot 10^{-4} \text{ (Н)}$$

Ответ: $v_1 = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} \approx 75 \text{ см/с}$

$$v_{отн} = v \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - \frac{2 \cos(\alpha + \beta) \cos \alpha}{\cos \beta}} \approx 76 \text{ см/с}$$

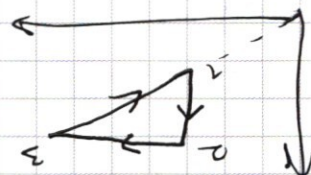
$$T = \frac{mv_{отн}^2}{l} = 187 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{2}{5} R = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{5}{2} R}$$

$$m \frac{2}{3} v + H = Q \frac{2}{5} v + \frac{2}{5} v$$



$$A = \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_1)}{2}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$p_1 = \frac{p_2 V_1}{V_2}$$

$$A = \frac{(V_2 - V_1)}{2} \left(p_2 - p_2 \frac{V_1}{V_2} \right) = p_2 \frac{(V_2 - V_1)}{2} \cdot \frac{(V_2 - V_1)}{V_2}$$

$$\begin{aligned} A &= (V_2 - V_1) \cdot p_2 + \frac{3}{2} p_2 \frac{V_1}{V_2} \cdot V_1 \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1 \right) = \\ &= p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} p_2 \left(\frac{V_1^2 \cdot V_2^2}{V_1^2 \cdot V_2} - \frac{V_1^2}{V_2} \right) = \frac{5k - 5 + 8}{k-1} \\ &= p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} p_2 \left(V_2 - \frac{V_1^2}{V_2} \right) \end{aligned}$$

$$= p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} p_2 \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2} \right)$$

$$= p_2 (V_2 - V_1) \left(1 + \frac{3}{2} \frac{V_2 + V_1}{V_2} \right)$$

$$\gamma = \frac{\frac{p_2}{2V_2} (V_2 - V_1)^2}{p_2 (V_2 - V_1) \left(1 + \frac{3}{2} \frac{V_2 + V_1}{V_2} \right)} = \frac{V_2 - V_1}{2V_2 + 3V_2 + 3V_1}$$

$$= \frac{V_2 - V_1}{5V_2 + 3V_1} \rightarrow \max$$

$$\begin{array}{r} h^9 \\ 522- \\ 882 \\ \hline +1 \\ 611 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} h^0 e \\ 81 \\ h11 \\ \hline 91x \\ 81s \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9k^e \quad se9s \\ 81 \\ 06 \\ \hline 51x \\ 81 \\ \hline 68e \end{array} \quad \begin{array}{r} se9s \\ 09h \\ se11 \\ \hline 522x \\ 522 \\ \hline 522 \\ 522 \\ \hline 522 \\ 522 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} se8s \\ 21x \quad h^0 e + \quad 07e - \\ 5225 \quad 688 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} \times 312 \\ \hline 13 \\ \times 936 \\ \hline 2 \\ \hline 187,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5929 \overline{) 19} \\ 57 \overline{) 312,0} \\ \hline 22 \\ 19 \\ \hline 39 \\ 38 \\ \hline 10 \\ 9000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 3 \\ \times 4,6 \\ \hline 4,6 \\ \hline 456 \\ 532 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$F \times 4 \cancel{u} dt - F$$

$$\frac{\frac{3}{4} F \cdot 4 \cancel{u} dt}{2 \cancel{u} dt \cdot 2 F} \rightarrow \frac{3}{4}$$



$$\begin{array}{r} 4 \\ 12 \\ \hline 17 \\ 119 \\ 17 \\ \hline 289 \\ - 225 \\ \hline 64 \end{array}$$



$$V_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + v_x^2 - 2vv_x \cos(\alpha + \beta)}$$

$$= v^2 \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - \frac{2 \cdot \cos(\alpha + \beta) \cos \alpha}{\cos \beta}}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{5}$$

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

$$1 + \frac{15^2 \cdot 5^2}{17^2 \cdot 4^2} - \frac{2 \cdot 36 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 5 \cdot 17 \cdot 4} =$$

$$= 1 + \frac{(15 \cdot 5)^2 - (2 \cdot 36 \cdot 15 \cdot 4)}{17^2 \cdot 4^2}$$

$$= 1 + \frac{5625 - 4320}{17^2 \cdot 4^2} = \frac{17^2 \cdot 4^2 + 1305}{17^2 \cdot 4^2}$$

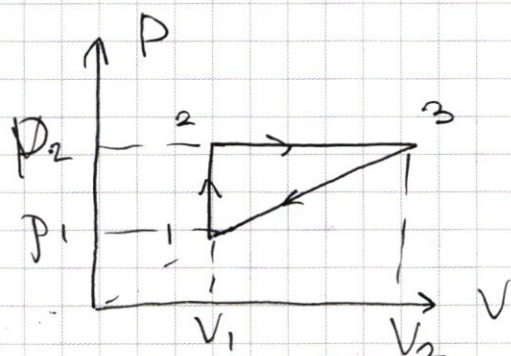
$$\begin{array}{r} 1305 \\ + 4624 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ \times 289 \\ \hline 16 \\ 1734 \\ 289 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ 32 \\ \times 45 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \\ 36 \\ \times 120 \\ \hline 72 \\ 36 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ - 4320 \\ \hline 1305 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1-2; 2-3

1-2: $V = \text{const}$

$$P_1 V = \nu R T_1$$

$$P_2 V = \nu R T_2$$

$$(P_2 - P_1) V = \nu R \Delta T$$

$$-\frac{3}{2} \nu R \Delta T + \frac{P_3 + P_1}{2} \Delta V \quad \nu C_{\Delta T} R = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad C = \frac{3}{2} R$$

$$1 - \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T + (P_3 - P_2) V}{\frac{3}{2} \nu R}$$

$$\nu C_{\Delta T} = P \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$C = R + \frac{3}{2} R = \frac{5}{2} R$$

$$\alpha = \frac{1}{3}$$

$$\alpha = \frac{5}{2} \cdot \frac{1}{3}$$

$$\frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T}{R \Delta T} = \frac{5}{2}$$

$$\eta = \frac{Q_+}{Q_-} = \frac{\nu R \Delta T}{\nu R \Delta T + \frac{3}{2} \nu R \Delta T}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_3$$

$$\frac{P_2 V_1^2}{V_2} = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_3$$

$$P_1 = \alpha V_1$$

$$P_2 = \alpha V_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$P_1 = \frac{P_2 V_1}{V_2}$$

$$P V = \nu R T$$

$$P$$

$$\boxed{\frac{T_1}{T_3} = \frac{V_1^2}{V_2^2}}$$

$$Q_+ = \frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1 \right) + P_2 (V_2 - V_1)$$

$$p = k V$$

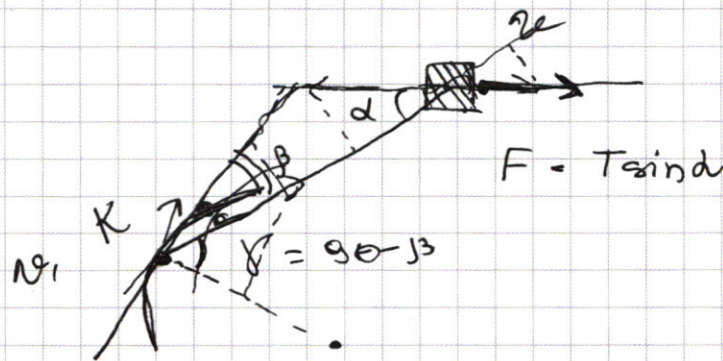
$$P_2 = k V_2$$

$$\frac{P}{P_2} = \frac{V}{V_2}$$

$$P = \frac{P_2 V}{V_2}$$

$$T_3 = \frac{T_1 V_2^2}{V_1^2}$$

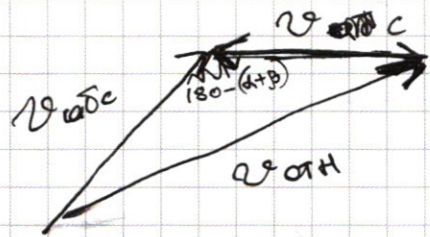
$$T_3 - T_1 =$$



$$v \cos \beta = v \cos \alpha$$

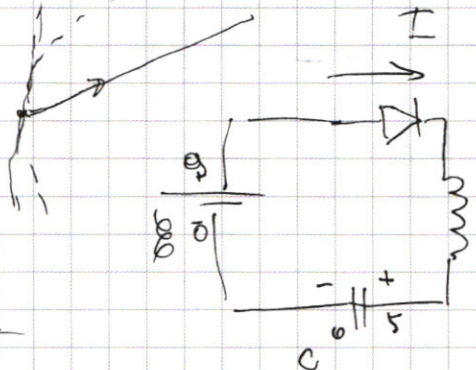
$$v_1 = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_{ab} = v_c + v_{amh}$$



$$\frac{m v_{ab}^2}{R} = T \cos (90 - \beta)$$

$$T =$$



$$U = U_B = L I'$$

$$\mathcal{E} \Delta q = \frac{L I'^2}{2} + \frac{c U^2}{2}$$

$$\mathcal{E} = L I' + \frac{q}{c}$$

$$\boxed{\mathcal{E} = L \dot{q} + \frac{q}{c}}$$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{c}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\varepsilon(\Delta q) + \frac{eU_1^2}{2} = \frac{eU_2^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$2\varepsilon e(\varphi - U_0 - U_1) + e \cdot U_1^2 = e(\varphi - U_0)^2 + LI_{\max}^2$$

$$2\varepsilon e(\varphi - U_0 - U_1) + e(U_1 + \varphi - U_0)(U_1 - \varphi + U_0) =$$

$$e(\varphi - U_0 - U_1)(2\varepsilon + (-U_1 - \varphi + U_0))$$

$$\sqrt{e(\varphi - U_0 - U_1)(\varphi + U_0 - U_1)} = I_{\max}$$

$$\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot (9 - 1 - 5)(9 + 1 - 5) =$$

$$= 20 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{3 \cdot 5}$$

$$\begin{array}{r} 3,8 \\ \times 3,8 \\ \hline 304 \\ 114 \\ \hline 1444 \end{array}$$

$\times 20$

$$\begin{array}{r} 3,7 \\ \times 3,7 \\ \hline 259 \\ 111 \\ \hline 369 \\ \times 38 \\ \hline 76 \end{array}$$

$$\angle T_{max}^2 + C U_a^2 = c l_{max}^2$$

$$2 \cdot 2 \sqrt{2^2 + 2^2}$$

$$2 \cdot 2 \sqrt{4 + 16} = 2 \cdot 2 \cdot 2 \sqrt{5} = 4 \cdot 2 \sqrt{5}$$

$$\sqrt{(l_0 - u_0)^2 + (l_0 - u_0 - u_1)(l_0 - u_1 + u_0)} = u_{max}$$

$$\frac{9 - 1}{8} + (3 \cdot 5) = \sqrt{79}$$

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

$$\frac{2 \cdot 3d}{4 \cdot 5} = \frac{2 \cdot 3}{4 \cdot 5} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10}$$

$$E = \frac{25}{2T^2}$$

$$E \cdot T^2 = 25 \cdot E$$

$$\frac{25 \cdot 2}{8T^2} = \frac{25 \cdot 2}{8T^2}$$

$$u_1 = aT = \sqrt{E \cdot T} = \sqrt{25 \cdot E}$$

$$Q = \frac{a}{c \cdot E} \cdot E \cdot d = \frac{a}{c} \cdot d$$

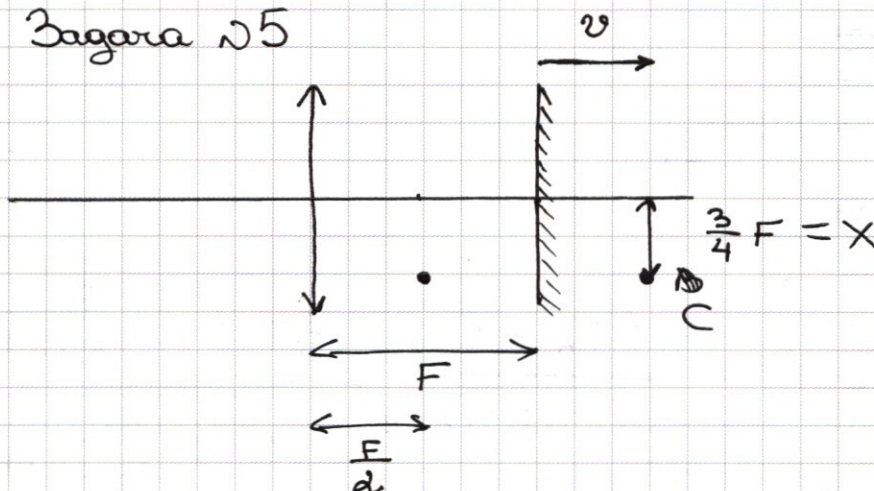
$$Q = cU$$

$$[a = E \cdot T]$$

$$\frac{2}{3}d$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5



① В данный момент времени зеркало создает изображение источника в точке C на расстоянии

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

тогда изображение создается на расстоянии f

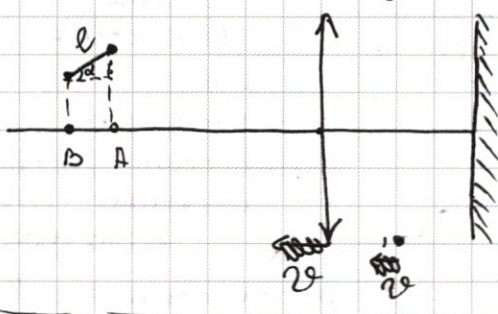
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

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

$$f = 3F$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = 2$$

② ~~Период в котором с зеркалом, тогда~~



Посмотрим на сколько сместилось изображение за малый промежуток времени dt

$$d_1 = \left(\frac{F}{2} + v dt \right) \cdot 2 + \frac{F}{2} = \frac{3}{2} F + 2v dt$$

Рассмотрим "след" амбиного источника

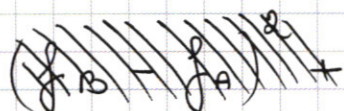
$$\Gamma_A = \frac{1}{\frac{3}{2}F} + \frac{1}{\Gamma_A \frac{3}{2}F} = \frac{1}{F}$$

$$\Gamma_A = 2$$

$$\Gamma_B : \frac{1}{\left(\frac{3}{2}F + 2v dt\right)} + \frac{1}{\Gamma_B \left(\frac{3}{2}F + 2v dt\right)} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{\Gamma_B \left(\frac{3}{2}F + 2v dt\right)} = \frac{\frac{3}{2}F + 2v dt - F}{F \left(\frac{3}{2}F + 2v dt\right)}$$

$$\boxed{\Gamma_B = \frac{F}{\frac{F}{2} + 2v dt}}$$



тогда $\tan \alpha = \frac{x(\Gamma_A - \Gamma_B)}{2v dt \cdot \Gamma_A \Gamma_B} = \frac{\frac{3}{4}F \left(2 - \frac{F}{\frac{F}{2} + 2v dt}\right)}{2v dt \frac{2F}{\frac{F}{2} + 2v dt}}$

$$= \frac{\frac{3}{4}F \left(2 - \frac{F}{\frac{F}{2} + 2v dt}\right) \left(\frac{F}{2} + 2v dt\right)}{4F v dt}$$

$$= \frac{\frac{3}{4}F (F + 4v dt - F)}{4F v dt} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 4v dt}{4v dt} = \boxed{\frac{3}{4}}$$

тогда

③ $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$$f = \frac{dF}{d-F}$$

$$f' = \frac{d'F(d-F) - d'(dF)}{(d-F)^2} = \frac{-F^2 d'}{(d-F)^2}$$

$$v_x = \frac{F^2 \cdot 2v}{(d-F)^2} = \frac{F^2 \cdot 2v}{\left(\frac{F}{2}\right)^2} = 8v$$

$$v_y = v_x \tan \alpha = 6v$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \boxed{10v}$$

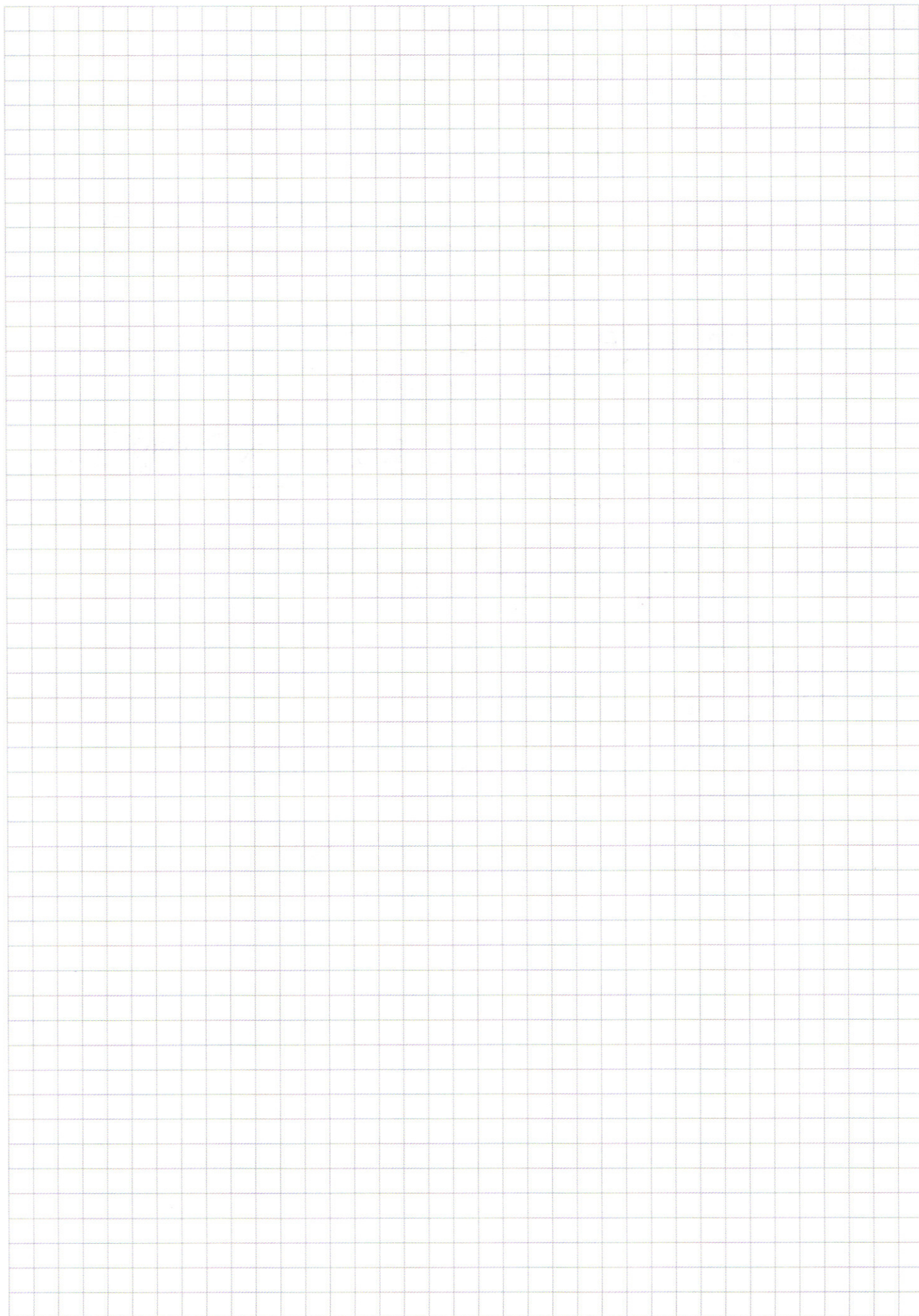
тогда
Скорость изображения
точки по ~~вертикали~~
и ~~горизонтали~~ и
скорость точки в зерне
связаны такими
образом

Изображение точки в зерне
движется со скоростью $2v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 l^2 &= x^2 (\Gamma_A - \Gamma_B)^2 + 4v^2 dt^2 F^2 \Gamma_B^2 = \\
 &= \frac{9}{16} \left(\frac{2v dt}{\frac{F}{2} + 2v dt} \right)^2 + 4 \cdot 2v^2 dt^2 \cdot 4 = \\
 &= \left(\frac{4F^2}{\left(\frac{F}{2} + 2v dt \right)^2} \right) = \left(\frac{9 \cdot 2v dt}{\frac{F}{2} + 2v dt} \right)^2 + \\
 &+ 16 v^2 dt^2 \cdot \frac{4F^2 \cdot 4}{F^2} =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_x &= 2v \sqrt{4 + 1} = \\
 &= 2 \cdot v \cdot 2\sqrt{5}
 \end{aligned}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)