

Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

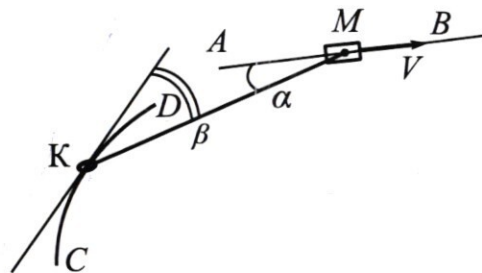
Вариант 11-01

Класс 11

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

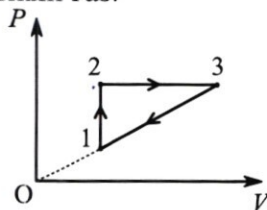
1. Муфту M двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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.

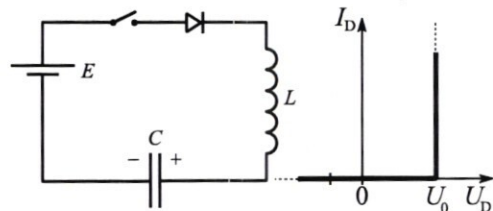
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

- 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.

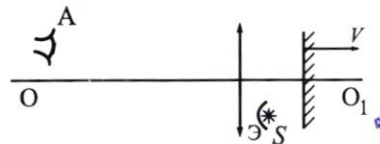


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана $\mathcal{E}$, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1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

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$P_2 = P_3$$

$$\eta = \frac{A}{Q_1}$$

$$V_1 = V_2$$

$$A = S = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_3 - V_1)$$

т.е. (1/3) прямо пропорциональная зависимость

$$\Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \frac{P_3}{P_1} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow V_3 = V_1 \frac{P_2}{P_1}$$

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

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{12} = A_{12} + p_1 V_{12} = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1)$$

$$Q_{23} = A_{23} + p_2 V_{23} = P_2 (V_3 - V_2) + \frac{3}{2} P_2 (V_3 - V_1) = \frac{5}{2} P_2 (V_3 - V_1)$$

$$Q_H = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{5}{2} P_2 (V_1 \frac{P_2 - P_1}{P_1} - V_1) = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{5}{2} P_2 V_1 (\frac{P_2 - P_1}{P_1})$$

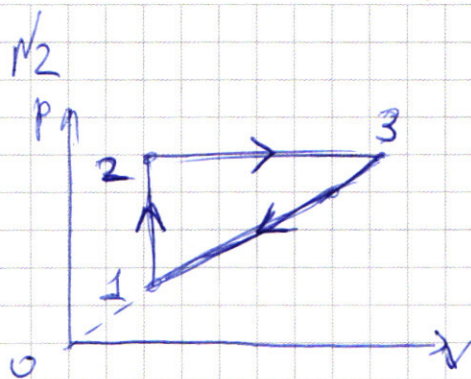
$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (P_2 - P_1) V_1 (\frac{P_2 - P_1}{P_1})}{\frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{5}{2} P_2 V_1 (\frac{P_2 - P_1}{P_1})} = \frac{\frac{P_2 - P_1}{P_1}}{3 + 5 \frac{P_2}{P_1}} =$$

$$= \frac{\frac{P_2}{P_1} - 1}{3 + 5 \frac{P_2}{P_1}}, \quad \left[\frac{P_2}{P_1} = a \right]$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{a-1}{3+5a} \Rightarrow 3\eta + 5a\eta = a-1 \Rightarrow a = \frac{1-3\eta}{5\eta-1}$$

$$1 - \frac{3}{5}\eta < 0 \Rightarrow 5\eta - 1 < 0 \Rightarrow \eta < 0.2$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$, 2) 2,5 3) $\eta_{\max} \approx 0.2 = 20\%$



1) участок (1)→(2) $\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$, $V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1} > 1 \Rightarrow \text{темпер.} \uparrow$$

$$Q_{12} = C_{12} dT_{12} = A_{12} + dU_{12}$$

$$dU_{12} = \frac{3}{2} \nu R dT_{12}$$

$$C_{12} dT_{12} = \frac{3}{2} \nu R dT_{12}$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Rightarrow C_1 = \frac{C_{12}}{\nu} = \frac{3}{2} R$$

участок (2)→(3), $p = \text{const}$, $\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} > 1$

$$Q_{23} = C_{23} dT_{23} = A_{23} + dU_{23} = \nu R dT_{23} + \frac{3}{2} \nu R dT_{23} \Rightarrow \text{темпер.} \uparrow$$

$$C_{23} = \frac{5}{2} \nu R$$

$$C_2 = \frac{C_{23}}{\nu} = \frac{5}{2} R$$

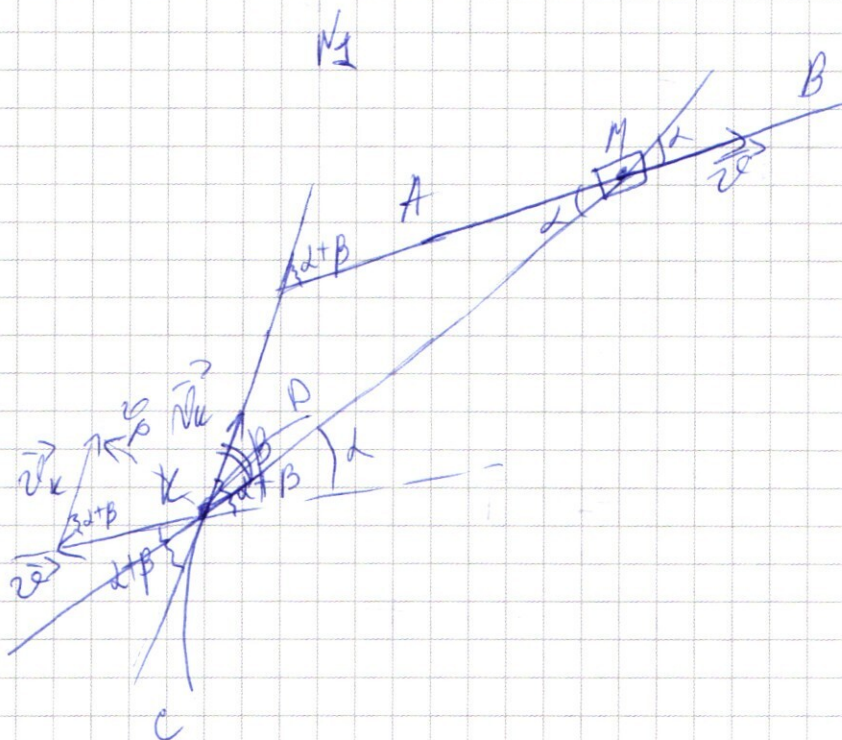
$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3}$$

участок (3)→(1): $\frac{V_3 P_3}{T_3} = \frac{V_1 P_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_3 P_3}{V_1 P_1} = \frac{T_3}{T_1} > 1$, т.к. $V_3 > V_1$ и $P_3 > P_1$
 $\Rightarrow \text{темпер.} \downarrow$

$$2) \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{A_{23} + dU_{23}}{A_{23}} = 1 + \frac{dU_{23}}{A_{23}} = 1 + \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2}$$

Сумма есть газ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Спроецируем скорости на нить
проекции будут равны

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

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

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

$$\Rightarrow v_k = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = v \cdot \frac{\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = \frac{75}{68} v$$

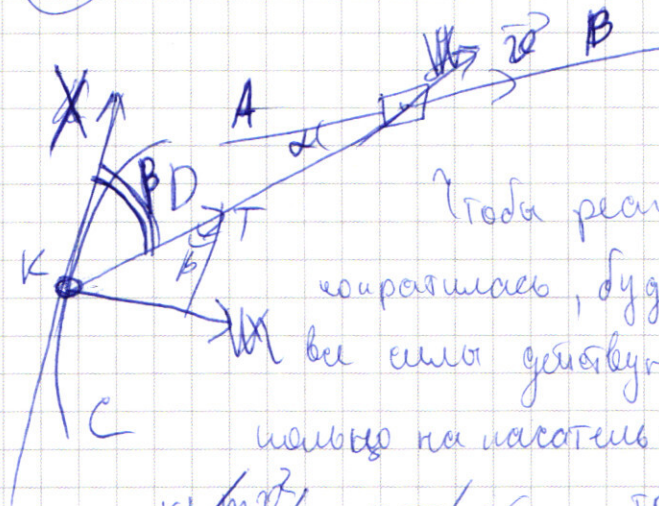
2) По теореме косинусов:

$$v_p^2 = v_k^2 + v^2 - 2 v_k v \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{36}{85}$$

$$v_p = \sqrt{v_k^2 + v^2 - 2 v_k v \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{\left(\frac{75}{68}v\right)^2 + v^2 - 2 \cdot \frac{75}{68}v \cdot v \cdot \frac{36}{85}} = v \sqrt{\frac{5625}{4624} + 1 - \frac{5400}{4624}} = v \sqrt{\frac{5249}{4624}} = v \sqrt{\frac{5249}{4624}} \approx 77 \frac{24}{68} \text{ c}$$

3) Чтобы реакция опоры сбалансировалась, будет проецироваться все силы действующие на нить на касательную к дуге в данный момент.



Чтобы реакция опоры сбалансировалась, будет проецироваться все силы действующие на нить на касательную в этой точке и дуге.

$$X: \frac{m v^2}{R} = -N + T \sin \beta$$

$$Y: \frac{m v^2}{R} = -N + T$$

$$\frac{m v^2}{R} - \frac{m v^2}{R} = T(-\sin \beta)$$

$$X \cos \beta \frac{m v^2}{R} = T \cos \beta$$

$$T = 3 \frac{m v_k^2}{5R}$$

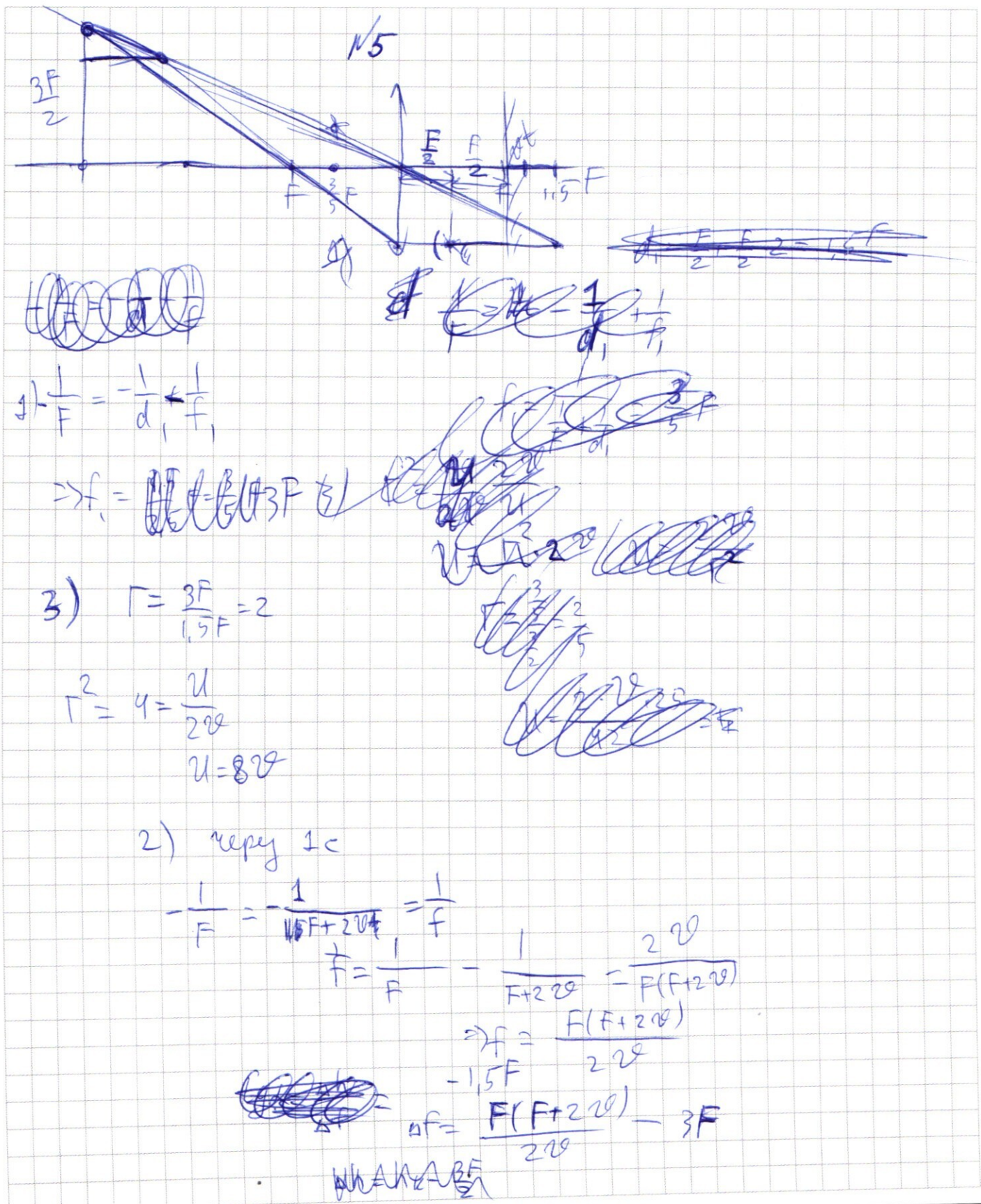
$$T = \frac{3 \cdot 0.1 \cdot \frac{502.9^2}{68}}{5 \cdot 1.9} = 187 \text{ Н}$$

Ответ: $T = 187 \text{ Н}$ $v_k = \frac{75}{68} \text{ м/с}$

$$v_p = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$T = 187 \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Handwritten solution on grid paper:

Diagram: Ray diagram for a lens system. The object is at $\frac{3F}{2}$ from the first lens. The image is formed at $1.5F$ from the second lens. The focal length of the second lens is $1.5F$.

Calculations:

1) $\frac{1}{F} = -\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}$

$\Rightarrow f_1 = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d_1}} = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{1.5F}} = 1.5F$

3) $\Gamma = \frac{3F}{1.5F} = 2$

$\Gamma^2 = 4 = \frac{u}{200}$

$u = 800$

2) через $1c$

$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{1.5F + 200} = \frac{1}{f}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F + 200} = \frac{200}{F(F + 200)}$

$\Rightarrow f = \frac{F(F + 200)}{200}$

$af = \frac{F(F + 200)}{200} - 3F$

—
. Спорит с ауд. стр.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) \frac{aT^2}{2} = \frac{1}{2} d \Rightarrow a = \frac{1,5d}{T^2}$$

$$ma = E \cdot q$$

$$E = \frac{ma}{q} \quad m \cdot \frac{1,5d}{T^2} = E \cdot q$$

$$\Rightarrow E = \frac{1,5dm}{qT^2} = \frac{1,5d}{jT^2}$$

$$v = a \cdot T = \frac{1,5d}{T^2} \cdot T = \frac{1,5d}{T}$$

$$2) Q = CU$$

$$U = E \cdot d$$

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

$$\Rightarrow Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot E \cdot d =$$

$$= \epsilon_0 S E = \epsilon_0 S \frac{1,5d}{jT^2} = \frac{1,5d\epsilon_0 S}{jT^2}$$

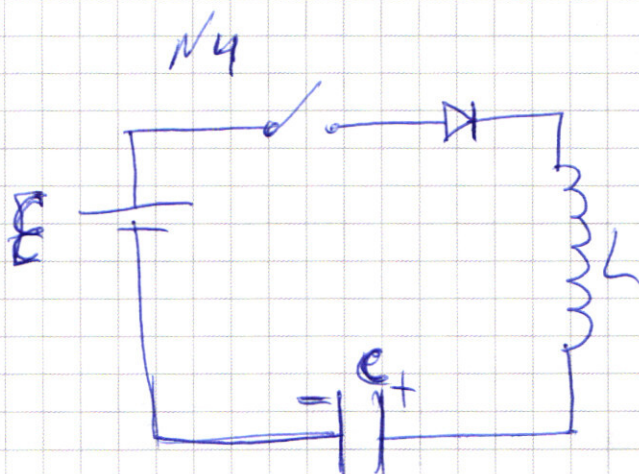
$$3) \frac{Q^2}{2C} = \frac{mv_k^2}{2}$$

$$v_k = U \sqrt{\frac{C}{m}} = E \cdot d \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_0 S}{dm}} =$$

$$= \frac{1,5d^2}{jT^2} \sqrt{\frac{\epsilon_0 S}{dm}} = \frac{1,5}{jT^2} \sqrt{\frac{d^3 \epsilon_0 S}{m}}$$

Ответ: $v = \frac{1,5d}{T}$, $Q = \frac{1,5d\epsilon_0 S}{jT^2}$

$$v_k = \frac{1,5}{jT^2} \sqrt{\frac{d^3 \epsilon_0 S}{m}}$$



~~$\mathcal{E} = U + L$~~

1) $\mathcal{E} = U + L \dot{I}$

$$\mathcal{E} - U = L \dot{I} \rightarrow \dot{I} = \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U}{L}$$

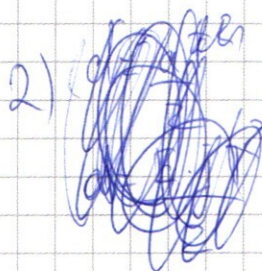
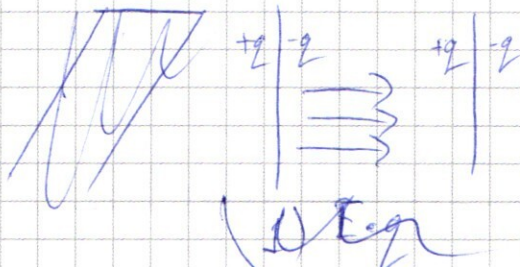
$$\dot{I} = \frac{9 - 5}{0,1} = 40 \frac{A}{с}$$

2)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

$d \ll \sqrt{s}$



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

$$q = C \cdot U = \epsilon_0 \epsilon \frac{S}{d} U$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} U$$

$$U = E \cdot d$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot E \cdot d$$

$$Q = \epsilon_0 S E$$

$$= \epsilon_0 S \cdot \frac{2d}{dT^2} = \frac{2d \epsilon_0 S}{dT^2}$$

$$\frac{m v^2}{2} = W = \frac{C U^2}{2} = \epsilon_0 \epsilon \frac{S}{d} \frac{U^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{C E^2 d^2}{m} \Rightarrow v = E d \cdot \sqrt{\frac{C}{m}}$$

$$= \frac{2d}{dT^2} \cdot d \sqrt{\frac{C}{m}} = \frac{2d^2}{dT^2} \sqrt{\frac{C}{m}} = \frac{2d^2}{dT^2} \sqrt{\frac{\epsilon_0 S}{m}}$$

$$d = \frac{a T^2}{2}$$

$$m a = F = E \cdot q$$

$$a = E \cdot j$$

$$d = \frac{E \cdot T^2}{2} \quad v = a \cdot T = E \cdot j \cdot T$$

$$= E \cdot j \cdot T$$

$$d = \frac{a T^2}{2}$$

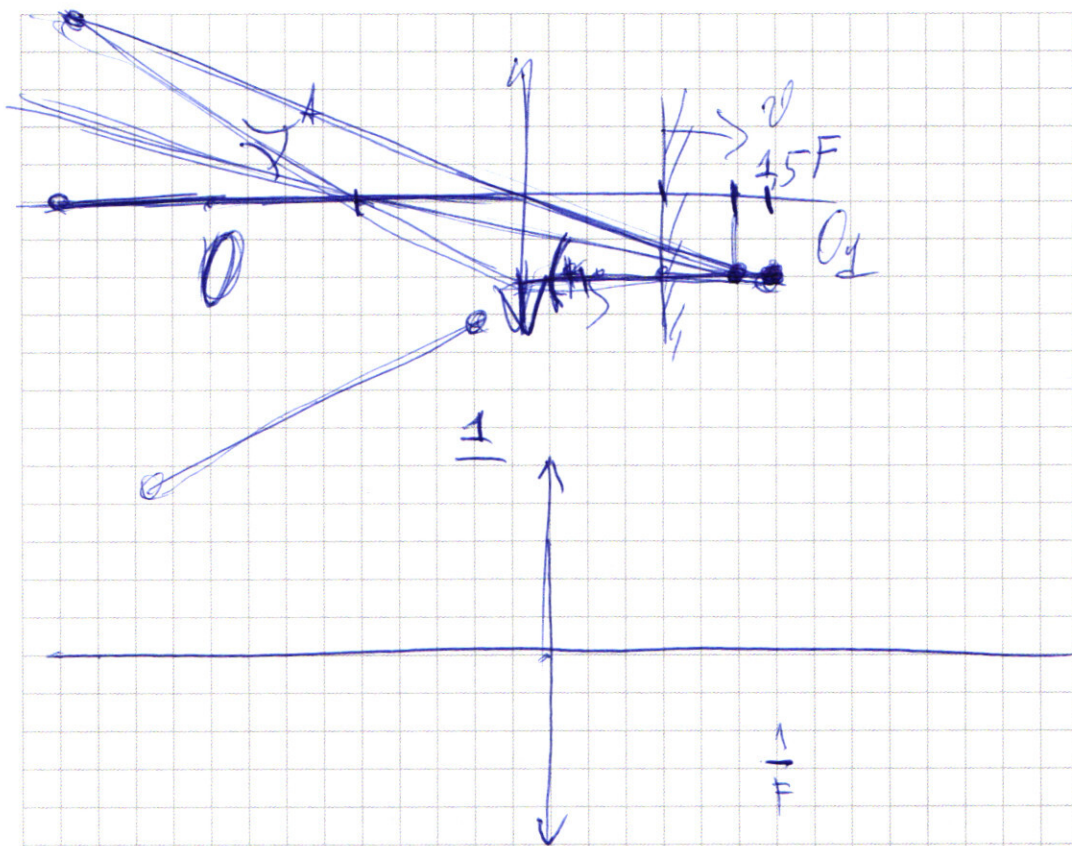
$$a = E \cdot j$$

$$d = \frac{E \cdot j T^2}{2}$$

$$\Rightarrow E = \frac{2d}{j T^2}$$

$$v = a \cdot T = E \cdot j \cdot T =$$

$$= \frac{2d}{j T^2} \cdot j \cdot T = \frac{2d}{T}$$



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

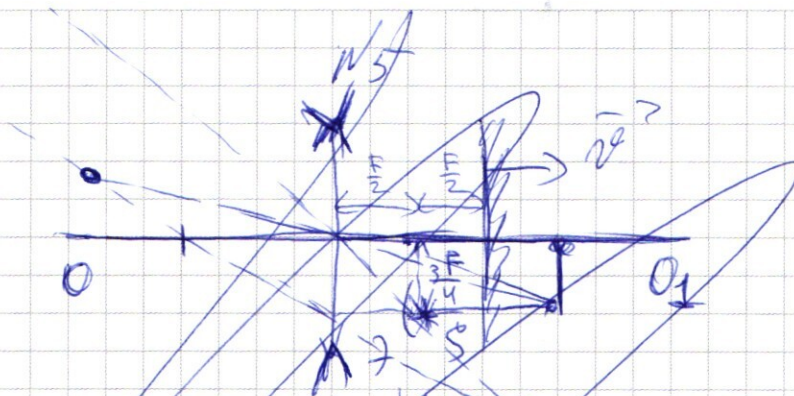
$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{1,5F} + \frac{1}{f}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{1,5F} = \frac{1,5+1}{1,5F}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $d_2 = \left(\frac{F}{2}\right) + \left(\frac{F}{2} + \frac{F}{2}\right) = 1,5F$ — новое расстояние предмета до линзы после отражения в зеркале.

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}, \text{ т.к. } \text{предмет теперь мнимый}$$

$$\Rightarrow f_2 = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{d_2}} = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F}} = \frac{1,5F}{\frac{1,5F}{F} - 1} = \frac{1,5F}{0,5} = 3F$$

линза рассеивающая

Если линза собирающая, то $f_2 = \frac{3}{5}F!!!$

$$f_2 = 3F$$

3) $\Gamma = \frac{20}{100} \Rightarrow \Phi_1 = \frac{20}{100} \cdot 20$

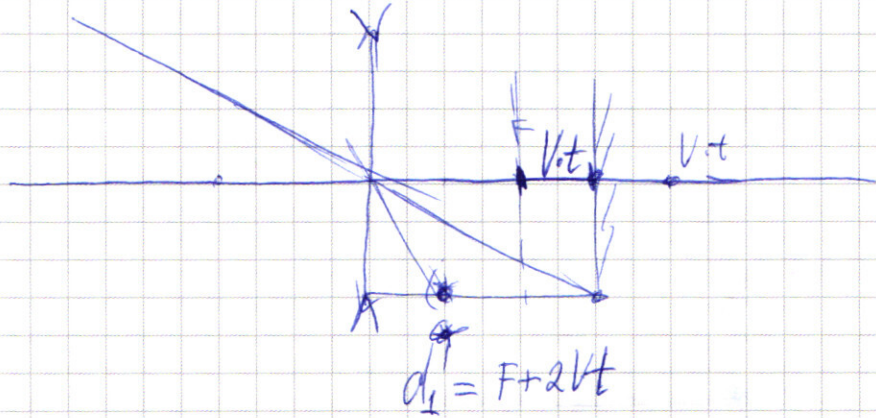
$$\Gamma = \frac{3F}{4H}$$

$$\frac{3F}{4H} = \frac{3F}{H} \Rightarrow H = \frac{3F}{4 \cdot 1,5} = \frac{3}{2}F$$

$$\Gamma = \frac{3F}{4 \cdot \frac{3F}{2}} = \frac{1}{2}$$

$$U = \frac{2 \cdot V}{\frac{1}{4}} = 8V$$

2) через c:



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F_2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving forces and geometry.

Diagram 1 (Left): A vector diagram showing forces F and $3F/4$ acting on a point. A resultant force F_1 is shown at an angle. A vertical line is labeled $\sqrt{5}$.

Diagram 2 (Right): A vector diagram showing forces F and F acting on a point. A resultant force F_1 is shown at an angle. A vertical line is labeled $\sqrt{5}$.

Calculations:

1) $f_1 = 1,5F$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{1}{1,5F} = \frac{1,5 + 1}{1,5F} = \frac{2,5}{1,5F} = \frac{5}{3F}$$

$$d = \frac{3F}{5}$$

2) $\Gamma = \frac{219}{200}$, $\Gamma = \frac{3F}{H}$

$$\frac{1,5F}{\frac{3F}{4}} = \frac{3F}{H} \Rightarrow H = \frac{3F \cdot 4}{5} = \frac{12F}{5}$$

$$\Rightarrow \Gamma = \frac{\frac{3F}{5}}{\frac{12F}{5}} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} = 0,25$$

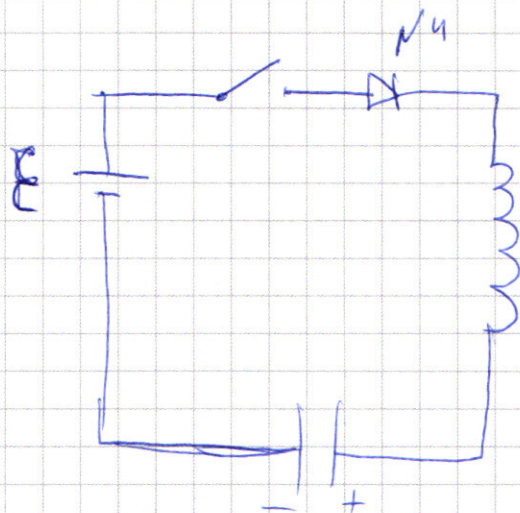
Final Calculation:

$$U = \frac{2 \cdot 20}{\Gamma} = \frac{2 \cdot 20}{0,25} = 160$$

$$U = 2 \cdot 20 \cdot \Gamma = 2 \cdot 20 \cdot 0,25 = 10$$

Handwritten Notes:

- Given!
- Diagram 1
- Diagram 2
- Calculations for d and Γ
- Final calculation for U



Дано:
 $\mathcal{E} = 9 \text{ В}$
 $r = 0 \text{ Ом}$
 $C = 40 \text{ мкФ}$
 $U_1 = 5 \text{ В}$
 $L = 0,1 \text{ Гн}$
 $U_0 = 1 \text{ В}$

$$1) L \cdot \dot{I} = \mathcal{E} - U_0$$

$$\dot{I} = \frac{\mathcal{E} - U_0}{L}$$

3) После замыкания ключа, заряд определяется время до тех пор пока конденсатор полностью зарядится, а напряжение достигнет той, которой будет теперь в цепи

~~$$\mathcal{E} = U + L \dot{I}, \quad I = I_{\text{max}} = \text{const}$$~~

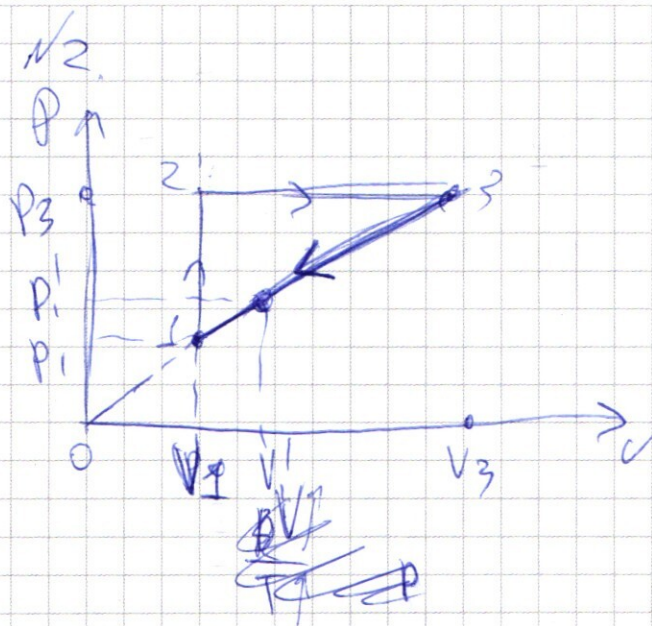
После того как напряжение установится, конденсатор перестанет заряжаться, то есть $\dot{I} = 0$

$$\mathcal{E} = U + L \dot{I}$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = U = 9 \text{ В}$$

2) Из батареи ток равномерно переходит через катушку, но ток от конденсатора идти не может

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$i = 3$$

~~$$C_1 = C_2$$~~

$$\frac{C_1}{C_2} = ?$$

$$\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p'_1 v'_1}{T_2}$$

$$\frac{p_1 v_1}{p'_1 v'_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{p'_1}{p_1} = \frac{v_1}{v'_1}$$

$p'_1 v'_1 > p_1 v_1 \Rightarrow T_2 > T_1 \Rightarrow$ на участке

31 температура повышается

Тогда найдем отношение $\frac{C_1}{C_2} = \frac{C_{12}}{C_{23}}$

$$Q_{12} = C_{12} \cdot dT_{12} = \frac{3}{2} V_1 (p_3 - p_1) + A_{12}$$

$$C_{12} = 13R$$

$$C_{12} dT_{12} = \frac{3}{2} p_1 dT_{12}$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} p_1$$

$$Q_{23} = C_{23} \cdot dT_{23} = p_3 dT_{23} + \frac{3}{2} p_3 dT_{23}$$

$$C_{23} = \frac{5}{2} p_3$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{13R}{\frac{5}{2} p_3} = \frac{26R}{5 p_3}$$

$$2) \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \gamma R T_{23}}{\gamma R T_{23}} = \frac{5}{2}$$

$$3) \eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \left(\frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1) \right) + \left(\frac{5}{2} \gamma R (T_3 - T_2) \right)$$

$$= \frac{3}{2} V_1 (P_3 - P_1) + \frac{3}{2} P_3 (V_3 - V_1) + P_3 (V_3 - V_1)$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$\Rightarrow P_3 = \frac{V_3 P_1}{V_1}$$

$$Q_H = \frac{3}{2} V_1 \left(\frac{V_3 P_1}{V_1} - P_1 \right) + \frac{5}{2} P_3 \frac{V_3 P_1}{V_1} (V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} V_1 P_1 \left(\frac{V_3}{V_1} - 1 \right) + \frac{5}{2} \left(\frac{V_3 P_1}{V_1} - 1 \right) =$$

$$= \frac{3}{2} (P_1 V_3 - V_1 P_1) + \frac{5}{2} \left(\frac{P_3}{P_1} \cdot V_3 P_1 - V_1 \right) =$$

$$= \frac{3}{2} (P_1 V_3 - V_1 P_1) + \frac{5}{2} (P_3 V_3 - 1)$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \gamma R (T_3 - T_2)$$

$$= \frac{3}{2} (P_2 - P_1) \cdot V_1 + \frac{5}{2} P_2 (V_3 - V_1)$$

$$V_3 = \frac{P_3 V_1}{P_1} = \frac{P_2 V_1}{P_1}$$

$$Q_H = \frac{3}{2} (P_2 - P_1) V_1 + \frac{5}{2} P_2 \left(\frac{P_2 V_1}{P_1} - V_1 \right) = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{5}{2} V_1 \left(\frac{P_2^2}{P_1} - P_2 \right)$$

$$A = \frac{(P_2 - P_1) \cdot (V_3 - V_1)}{22} = \frac{1}{22} (P_2 - P_1) \left(\frac{P_2 V_1}{P_1} - V_1 \right) = \frac{1}{22} V_1 (P_2 - P_1) \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{\frac{1}{22} V_1 (P_2 - P_1) \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)}{\frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{5}{2} V_1 \left(\frac{P_2^2}{P_1} - P_2 \right)} = \frac{(P_2 - P_1) \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)}{3(P_2 - P_1) + 5 P_2 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)} =$$

$$= \frac{(P_2 - P_1) \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)}{3(P_2 - P_1) + 5 P_2 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{p_2 - p_1}{3 + 5 \frac{p_2}{p_1}} = \frac{\frac{p_2}{p_1} - 1}{3 + 5 \frac{p_2}{p_1}}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = a$$

$$\eta = \frac{a - 1}{3 + 5a}$$

$$\eta = \frac{a - 1}{3 + 5a}$$

$$(a - 1)(3 + 5a) - (a - 1)(3 + 5a) = 0$$

$$(3 + 5a) - (a - 1) = 0$$

Ответ: $\eta = 20\%$

$$3\eta + 5a\eta = a - 1$$

$$a(5\eta - 1) = -1 - 3\eta$$

$$a = \frac{-1 - 3\eta}{5\eta - 1}$$

$$-1 - 3\eta < 0$$

$$a > 0$$

$$\Rightarrow 5\eta - 1 < 0$$

$$5\eta < 1$$

$$\eta < 0,2$$

N_1
Рано!
 $V = 0,68 \frac{cm}{c}$

$$ma = T \cos(90 - \beta)$$

$$\frac{m v^2}{2} = T \cdot \sin \beta$$

$$T = \frac{m v^2}{2 \sin \beta} = \frac{2 E q}{2 \sin \beta}$$

$$= \frac{2 \cdot 0,68^2}{2 \cdot 0,43} = 0,8 H$$

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

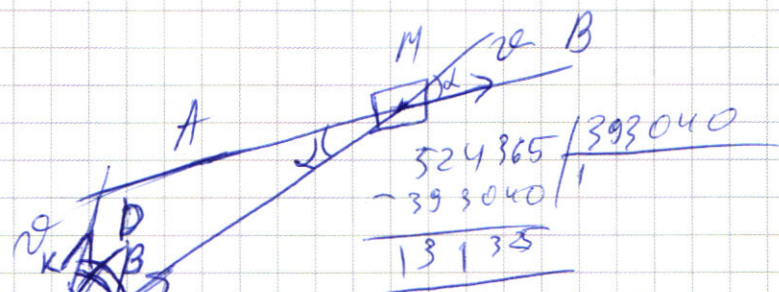
$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2} = \frac{8}{17}$$

$$= \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\begin{array}{r} 4624 \\ \times 75 \\ \hline 23120 \\ + 32368 \\ \hline 346800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4624 \\ + 5625 \\ \hline 10249 \\ \times 85 \\ \hline 851245 \\ + 81992 \\ \hline 871165 \end{array}$$



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

$$\Rightarrow v_k = \frac{v \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{v \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = v \cdot \frac{75}{68}$$

$$\begin{array}{r} 4624 \\ \times 85 \\ \hline 23120 \\ + 32368 \\ \hline 346800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,68 \\ \times 0,68 \\ \hline 544 \\ + 408 \\ \hline 0,4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4624 \\ \times 6 \\ \hline 27744 \end{array}$$

$$v_{отн} = \sqrt{v_k^2 + v^2 - 2 \cdot v_k \cdot v \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{75}{68}\right)^2 v^2 + v^2 - 2 \cdot \frac{75}{68} v^2 \cos(\alpha + \beta)}$$

$$= v \sqrt{1 + \left(\frac{75}{68}\right)^2 - 2 \cdot \frac{75}{68} \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

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

$$\cos(45 + 45) = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 - \cos(30 + 30) = \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} - \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$$

$$\Rightarrow v_{отн} = v \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{75}{68}\right)^2 - 2 \cdot \frac{75}{68} \cdot \frac{36}{85}}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 75 \\ \hline 375 \\ + 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ + 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\frac{15}{17}$$