

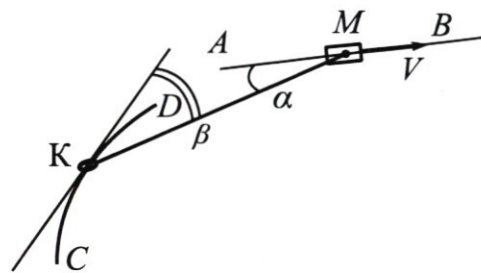
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-02

Класс 11

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

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.



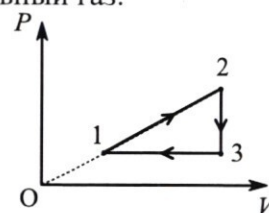
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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

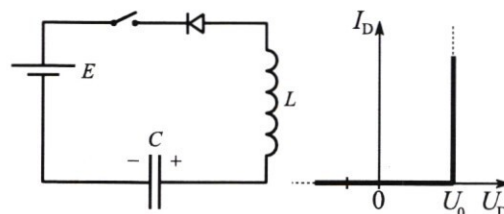
1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

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.

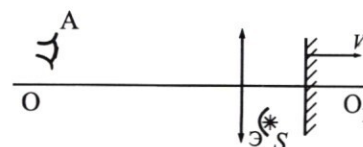
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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

р 1.

Задача:

$v = 40 \text{ см/с}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $R = 1,4 \text{ м}$
 $\cos \alpha = \frac{3}{5}$
 $\cos \beta = \frac{8}{17}$
 $\frac{17}{17} R$
 $u = 9$
 $u_0 = 9$
 $T = 9$

Решение

П. к. стержень
 нерастяжимый, то
 $u \cos \beta = v \cos \alpha \Rightarrow u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \cdot \frac{3}{8} = 15 \text{ см/с}$
 $u = 40 \cdot \frac{5}{4} = 51 \text{ см/с}$

Перейдём в СО муфта, тогда кольцо
 будет двигаться по окружности вокруг муфты
~~Из треугольника скоростей:~~
 $u_0 = v \sin \alpha + u \sin \beta = 40 \sqrt{1 - \frac{9}{25}} + 15 \sqrt{1 - \frac{64}{289}} =$
 $= \frac{4}{25} 40 + \frac{15}{17} 15 = \frac{160}{25} + \frac{225}{17} = 6,4 + 13,2 = 19,6 \text{ см/с}$

Из-за Ньютона в СО муфта:
~~Решение~~
 $T - N \sin \beta = m \frac{u_0^2}{R}$
 В СО Земли:
 $T - N \sin \beta - N = m \frac{u^2}{R}$
 $T - T \sin^2 \beta + m \frac{u^2}{R} \sin \beta = m \frac{u_0^2}{R}$
 $T = \frac{m (\frac{u_0^2}{R} - \frac{u^2}{R} \sin \beta)}{\cos^2 \beta} = \frac{1 \cdot (\frac{19,6^2}{1,4} - \frac{51^2}{1,4} \cdot \frac{8}{17})}{\cos^2 \beta}$

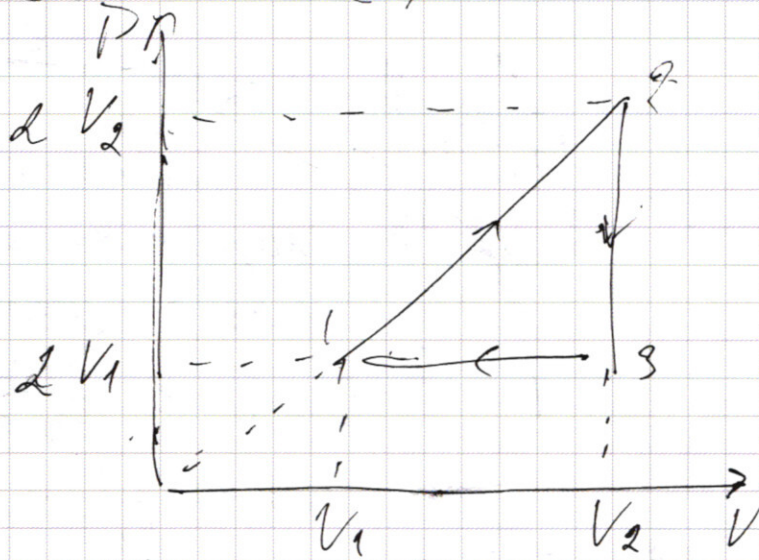
продолжит
на стр
2.

~ 1 продолжение

$$T_5 = \frac{1}{\frac{17}{15} \cdot 1,7 - \frac{0,47^2}{1,7} - \frac{0,51^2}{1,7}} = 0,78 \text{ М} = 780 \text{ мкм.}$$

Ответ: $u_0 = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$, $u_0 = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$, $T = 780 \text{ мкм.}$

~ 2
Решо:
 $P_{12} = 2 V_{12}$
 $\frac{C_{23}}{C_{13}} = 4$
 $\frac{Q}{A} = 4$
 $\eta_m = ?$



~~Решо вложенном файле~~

1) Температура повышается на 2-3 и 1-3.

2-3 - изохорный процесс $C_v = \frac{i}{2} = \frac{3}{2}$

1-3 - изобарный пр-с $C_p = \frac{i+2}{2} = \frac{3+2}{2} = \frac{5}{2}$

$$\frac{C_{23}}{C_{13}} = \frac{C_v}{C_p} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2}} = 0,6.$$

2) Начальное термодинамики: $dQ = dU + dA$

пр-е Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$

$$dU = \frac{3}{2} \nu R dT = \frac{3}{2} d(pV) = \frac{3}{2} d(2V^2) = \frac{3}{2} 2V dV.$$

$$dA = p dV = 2V dV \Rightarrow \frac{dU}{dA} = \frac{\frac{3}{2} 2V dV}{2V dV} = 3.$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dQ}{dA} = \frac{dU}{dA} + 1 = 3 + 1 = 4.}$$

продолжение стр 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 2 продолжение.

$$\eta = \frac{A}{Q^+}, \quad A = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (2V_2 - 2V_1) = \frac{1}{2} 2 (V_2 - V_1)^2$$

$$Q^+ = Q_{12} = \Delta U + A = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) = \frac{3}{2} (2V_2^2 - 2V_1^2) + \frac{1}{2} 2 (V_1 + V_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (3V_2^2 - 3V_1^2 + V_2^2 - V_1^2) = 2 (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} 2 (V_2 - V_1)^2}{2 (V_2^2 - V_1^2)} = \frac{1}{4} \frac{(V_2 - V_1)}{(V_2 + V_1)}$$

V_1 увеличивает числитель и увеличивает знаменатель

$\Rightarrow$ при $\eta = \eta_{\max}$ $V_2 \gg V_1 \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$

Ответ: 1) 0,6; 2) 4; 3) 25%

~ 4

Задача:

$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$C = 20 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ мГ}$$

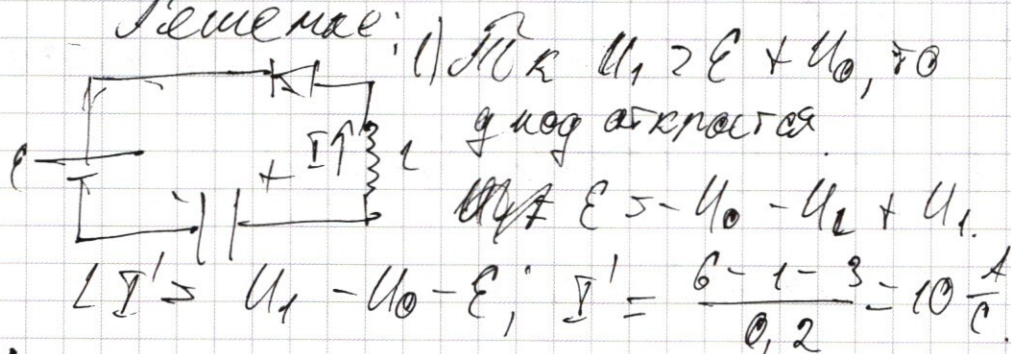
$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$I_1 = 9$$

$$I_m = 9$$

$$U_2 = 9$$

Решение:



продолжить на стр 4.

н ч.

2) Ток максимален, когда $I = 0 \Rightarrow U_2 = 0$.

$$\mathcal{E} = U_2 - U_0; \quad U_2 = 3 + 9 = 4 \text{ В}$$

По 3-му сохранению энергии.

$$A = \Delta W + Q \quad Q = U_0 \Delta q$$

$$- \mathcal{E} C (U_1 - U_2) = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C U_2^2}{2} + U_0 C (U_1 - U_2)$$

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

$$\frac{C I^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} - \mathcal{E} C (U_1 - U_2) - \frac{C U_2^2}{2} - U_0 C (U_1 - U_2)$$

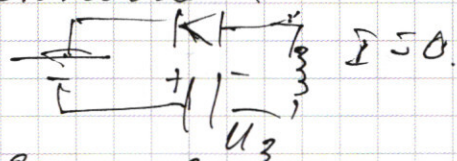
$$I = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{0,2} \left(\frac{36}{2} - 3 \cdot 2 - \frac{16}{2} - 2 \right)} =$$

$$\sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-4}}{2} \cdot 1,2} = 10^{-2} \text{ А} = 10 \text{ мА}$$

3) ~~когда~~ когда ток обнулится, диод не пропустит его обратно и цепи установятся

По 3СЭ

$$A = \Delta W + Q$$



$$A = - \mathcal{E} C (U_1 + U_3); \quad \Delta W = \frac{C U_3^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}; \quad Q = U_0 C (U_3 + U_1)$$

$$\frac{C U_3^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} + C U_0 U_3 + C U_0 U_1 + \mathcal{E} C U_1 + \mathcal{E} C U_3 = 0$$

$$\frac{U_3^2}{2} + U_3 (E + U_0) + U_1 (U_0 + E) = 0$$

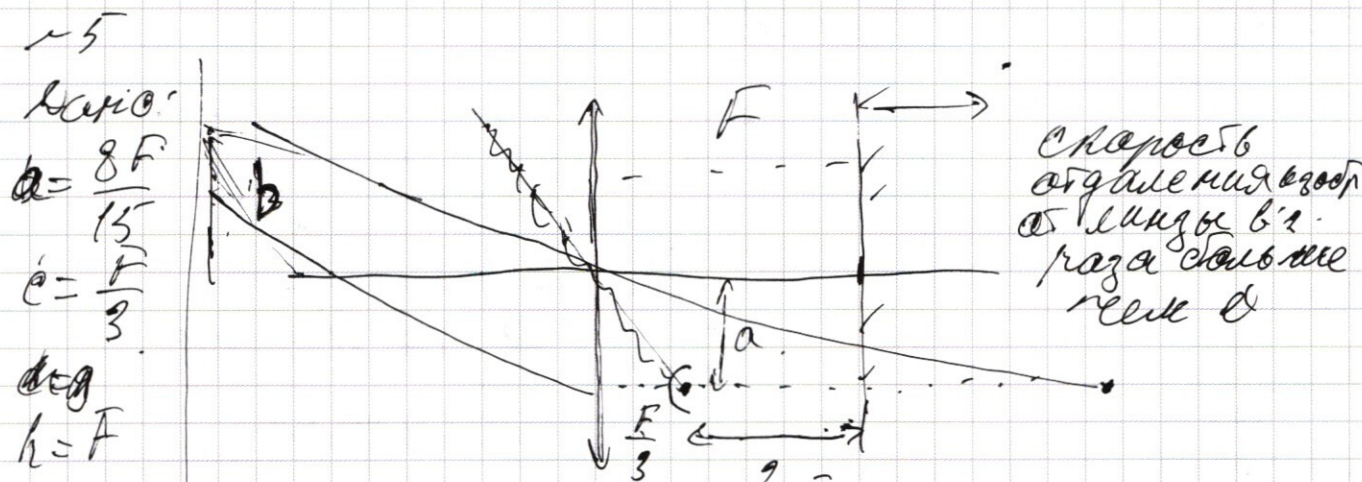
$$U_3^2 + 2 \cdot U_3 \cdot 4 + 2 \cdot 6 (1 + 3) - 36 = 0$$

$$U_3^2 + 8 U_3 + 12 = 0$$

$$U_3 = -4 \pm \sqrt{16 - 12} = -4 \pm 2; \quad U_3 = -6 \text{ не подходит}$$

Ответ: 1) 10 мА; 2) 10 мА; 3) 2 В.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



старость
отдаления взор
от лица в 1
разе совсем
чужд

~5
Lapio.

$$a = \frac{8F}{15}$$

$$e = \frac{f}{3}$$

45

$$h = \bar{A}$$

f-9.

—

18

Изображение в 3-м зеркале находится

на расстоянии $d = F \left(\frac{1}{3} + 2 \cdot \frac{2}{3} \right) = \frac{5}{3} F$

Формула тонкой линзы: $f = F \frac{3}{5} = \frac{3}{5} F$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \cdot \frac{d}{dt} f = \frac{d}{dt} \frac{F d}{d - f}, \quad b_2 = F \frac{20^2(d - f) - 20d}{(d - f)^2}$$

$$u_2 = \frac{F^2 \cdot 20}{(d-F)^2} \stackrel{F=20}{=} \frac{1}{\left(\frac{5}{3}-1\right)^2} \cdot 20 \cdot \frac{9}{4} = \frac{9}{2} \text{ V.}$$

из подполка:

$$r = \frac{b}{a} = \frac{f}{d}; \quad b = a \frac{f}{d} = a \frac{F}{d - F} = F \frac{a}{d - F}$$

$$u_b = f_a \frac{-20}{(d-f)^2} = 20 \frac{8}{15} \frac{1}{(5-1)^2} \cdot \frac{2 \cdot 8 \cdot 9}{15 \cdot 4} \text{ d.}$$

$$= -\frac{36}{15} \text{ V} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{u_1}{u_2} = \frac{\frac{36}{15}}{\frac{9}{15}} = \frac{8}{15} \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{64}{225}}}$$

[illegible]

~ 5. продолжение:

Ответ: $F = \frac{5}{2} F$; $\varphi = \arctg \frac{8}{15}$; $u = 0.15 \frac{15}{17}$.

~ 3.

Умно.

Решение

d

Q_1

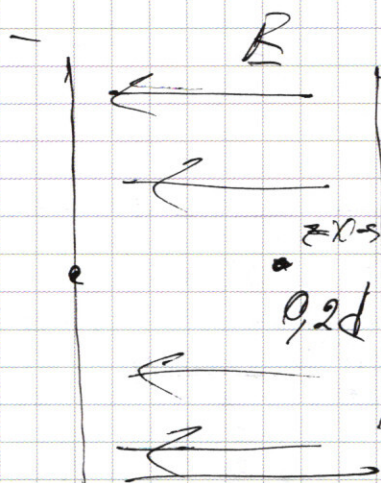
$x = 0.2d$

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

$T = q$

$u = q$

$Q_0 = q$



$0.8d = \frac{aT^2}{2}$

По 3-му Ньютону

$F = ma = Rq$

$q = R\gamma$

$T = \sqrt{\frac{1.6d}{R\gamma}}$

$0.8d = \frac{v_1^2}{2a}$

$R\gamma = \frac{v_1^2}{1.6d}$

$\Rightarrow T = \sqrt{\frac{1.6^2 d^2}{v_1^2}}$

$R = \frac{v_1^2}{1.6d\gamma}$; $u = Rd$

$\Rightarrow u = \frac{v_1^2}{1.6d\gamma} d = \frac{v_1^2}{1.6\gamma}$

$T = \frac{1.6d}{v_1}$

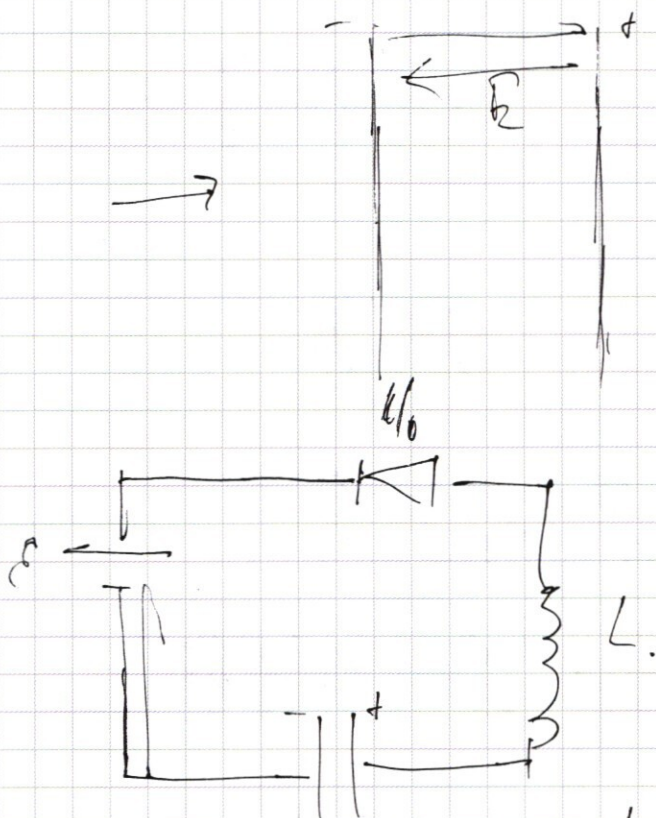
Вдали от скользя энергия взаимодействия нулевая.

По 3-му сохранения энергии. $\Pi_1 + K_1 = \Pi_2 + K_2$

~~$\frac{mv_1^2}{2} = qE \cdot 0.8d$; $v_0 = \sqrt{\frac{1.6d\gamma}{R}}$~~

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + 0.8Rd$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1.$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{\tan^2 \alpha + 1}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{64}{225} + 1}} = \frac{15}{40}$$

$$U_{co} = E + U_0 + LI',$$

$$E = -U_0 + U_{co} - LI'$$

$$U_{ci} = E + U_0 = 4 \text{ В.}$$

$$\frac{6 - 3 - 1}{0,2} = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

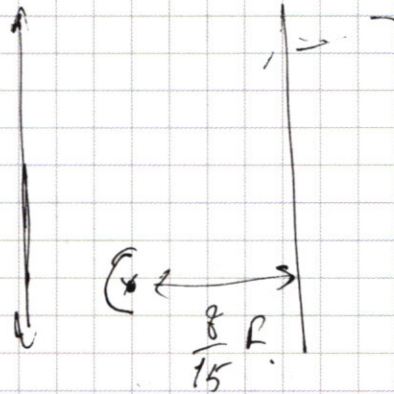
$$-EC(U_{co} - U_{ci}) = U_0C(U_{co} - U_{ci}) + \frac{LI'^2}{2} + \frac{CU_i^2}{2} - \frac{CU_{co}^2}{2}.$$

$$\frac{CU_{co}^2}{2} - EC(U_{co} - U_{ci}) - \frac{CU_i^2}{2} - U_0C(U_{co} - U_{ci}) = \frac{LI'^2}{2}.$$

$$C \left(\frac{36 - 16}{2} - 3(6 - 4) - 2 \right) = \frac{LI'^2}{2} \sqrt{\frac{64}{225} + \frac{81}{4}}.$$

$$\sqrt{\frac{2C(10 - 8)}{L}} = 2 \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2}} = 2 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{64}{225} + \frac{81}{4}}.$$

~~попытка~~



$$0,8 d = \frac{a \tau^2}{2}$$

$$0,8 d = \frac{a_1^2}{2}$$

$$0,8^2 d^2 = \frac{1}{4} a_1^2 \tau^2$$

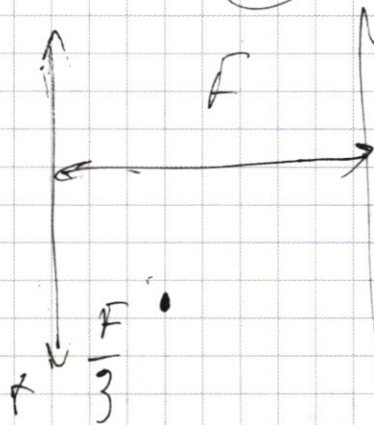
$$0,8 d = \frac{1}{2} a_1 \tau$$

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

~~10/16~~

$$d = \frac{16}{15} + \frac{1}{3} = \frac{21}{15}$$

$$1 - \frac{15}{21} = \frac{6}{21}$$

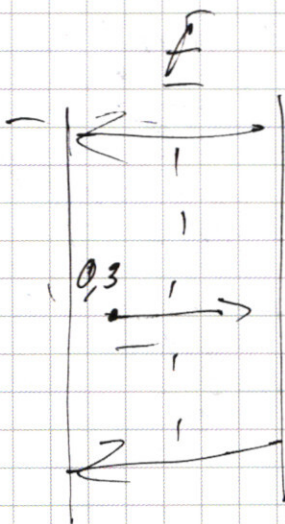


$$d = \frac{5}{3} F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F}$$

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

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

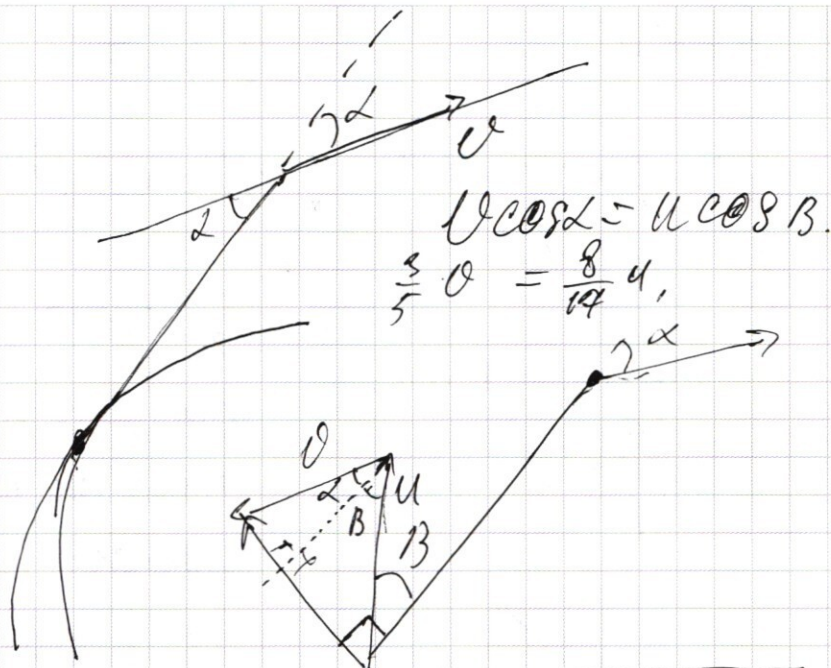


$$0,8 d = \frac{a_1^2}{2a}$$

$$0,2 d = \frac{a \tau^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 119 \\ 170 \\ \hline 289 \end{array}$$



$$u_{\text{рез}} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)}$$

$$u \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + 1 - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)}$$

$$\frac{\frac{9}{25}}{\frac{64}{289}} + 1 - 2 \frac{\frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \sqrt{1 - \frac{9}{25}} \sqrt{1 - \frac{64}{289}} \right)$$

$$\sqrt{\frac{9 \cdot 289}{64 \cdot 25} + 1 - 2 \cdot \frac{3 \cdot 17}{40} \left(\frac{24}{85} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)}$$

$$\sqrt{\frac{9 \cdot 289}{64 \cdot 25} + 1 + \frac{51}{20} \left(\frac{36}{85} \right)}$$

$$u_{\text{рез}} = u - u_0 \cdot L$$

$$\frac{85}{2}$$

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1+2}{2}}$$

$$\frac{5}{9}$$

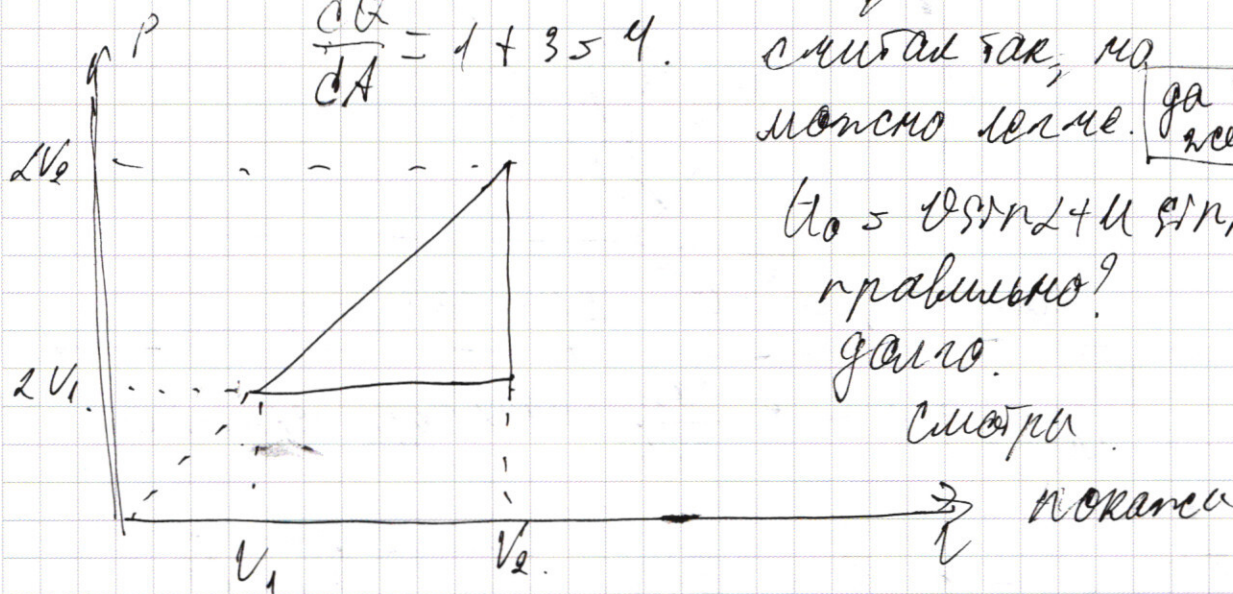
$$p = \alpha V$$

$$dU = \frac{3}{2} \cdot 2 \alpha V dV$$

$$dA = \alpha V dV$$

$$dQ = dU + dA$$

$$\frac{dQ}{dA} = 1 + 3/5 = 4/5$$



$$A = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) \cdot 2$$

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

$$\frac{2}{2} (V_2^2 - V_1^2 + 3V_2^2 - 3V_1^2) = \frac{4}{2} (4V_2^2 - 4V_1^2 - 2(V_2^2 - V_1^2))$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (V_2 - V_1)^2}{2(V_2^2 - V_1^2)} = \frac{1}{4} \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1} \approx \frac{1}{4}$$

$$V_2 \rightarrow \infty$$

003

$$\frac{16}{25}$$

$$\frac{1600}{1500} = 1.066$$

$$\frac{64}{25}$$

$$\Delta V^2 = \Delta RT$$

$$dU = \nu R dT = 1600$$

$$V_2 \rightarrow \infty$$

мет, и тоже

считал так, но

можно иначе.

да так
все же

то = $\nu R \ln 2 + \nu R \ln 3$

правильно?

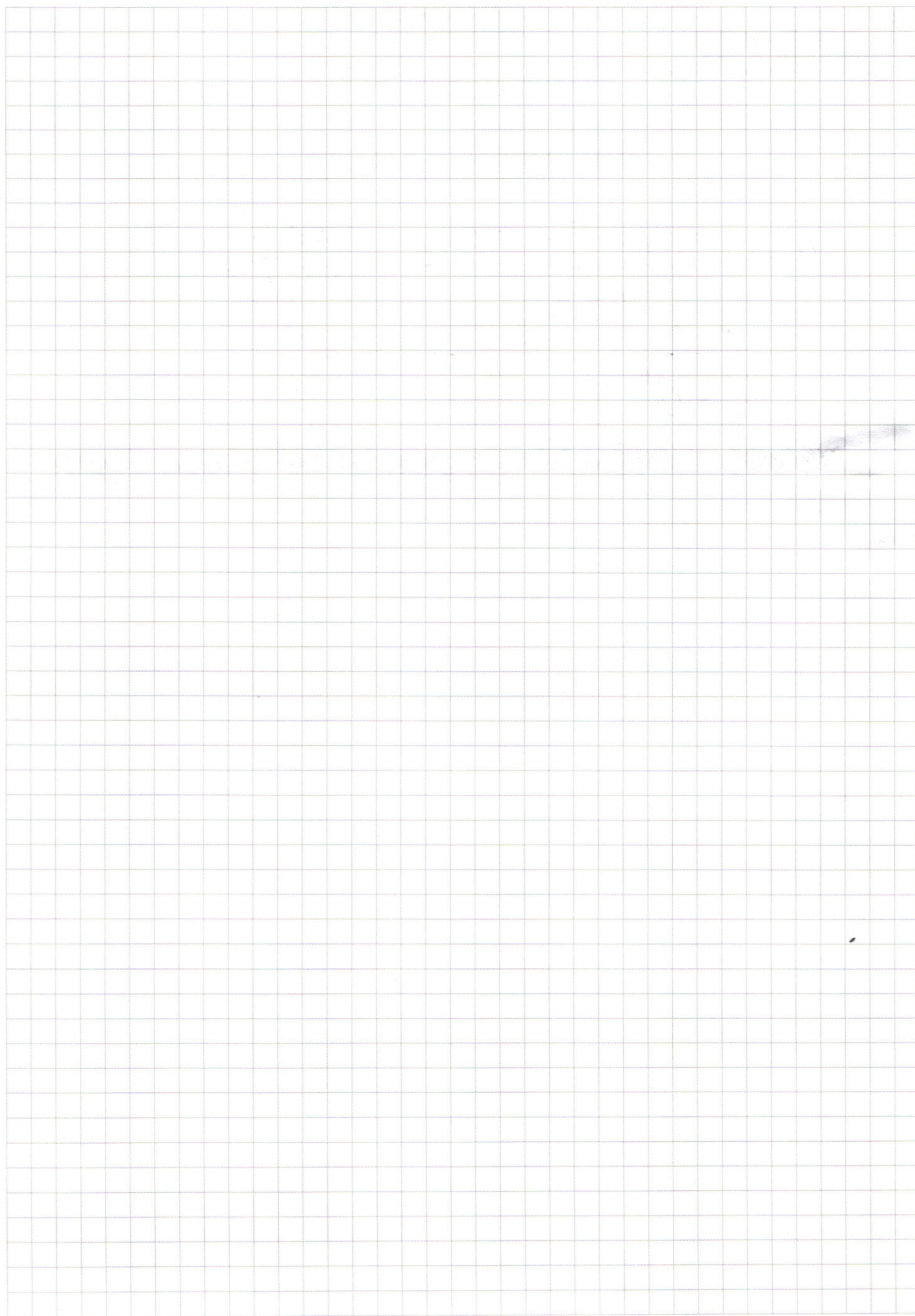
гага.

смотри

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_{EF} = \frac{2U(d-R) - 2Ud}{(d-R)^2} = - \frac{20R^2}{(d-R)^2}$$
$$= - \frac{2 \cdot 0}{\left(\frac{5}{3} - 1\right)^2} = - \frac{2 \cdot 90}{4} = - \frac{90}{2}$$

~~черновик, черновик и черновик черновик черновик~~



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)