

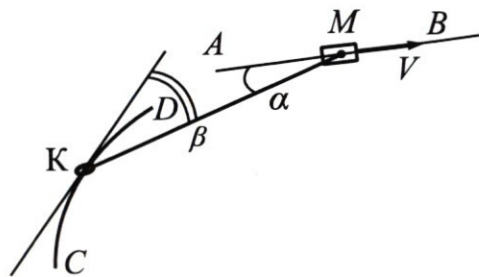
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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.



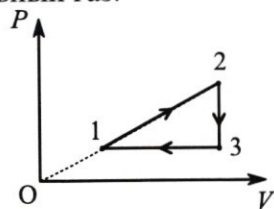
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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

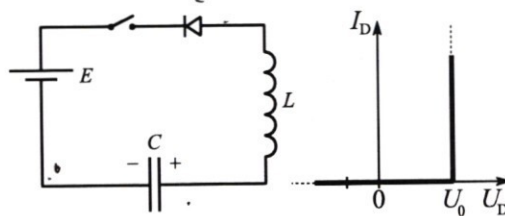
- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

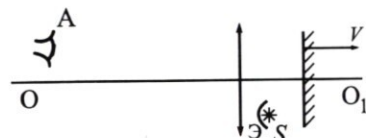


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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) Точки на 2-3 и 3-1.

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

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

$$\frac{C_{23}}{C_{3-1}} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3} - \text{Ответ}$$

1-е начало термод.

2) $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \Delta(PV) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{P_1 V_2 + P_2 V_1 - P_1 V_1 - P_2 V_2}{2} = \frac{2P_1 V_2 + 2P_2 V_1 - 2P_1 V_1 - 2P_2 V_2}{2}$$

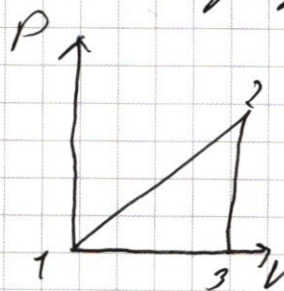
$$A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{P_1 V_2 + P_2 V_2 - P_1 V_1 - P_2 V_2}{2} = \frac{2P_1 V_2 + 2P_2 V_2 - 2P_1 V_1 - 2P_2 V_2}{2}$$

$$A_{12} = \frac{2P_2 V_2 - 2P_1 V_1}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{3(2P_2 V_2 - 2P_1 V_1) + 2(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{2} = 2(2P_2 V_2 - 2P_1 V_1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2(2P_2 V_2 - 2P_1 V_1)}{\frac{2(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{2}} = \frac{4}{1} - \text{Ответ}$$

3) П.к. $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{газа}}}$ и я могу сделать $A_{\text{пол}} = A_{\text{газа}}$ как угодно, то я могу сделать $A_{\text{пол}} = A_{\text{газа}}$.



или же по Т.н. Карно:

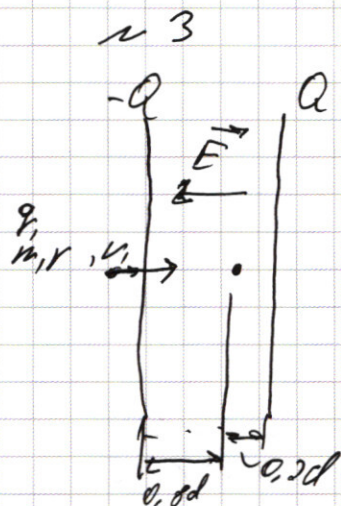
$$T_{\text{min}} = \frac{P_1 V_1}{\nu R T} = \frac{2P_1 V_1}{R T V}$$

$$\eta_{\text{max}} = \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}}{T_{\text{max}}} = 1 - \frac{T_{\text{min}}}{T_{\text{max}}} = 1 - \frac{2P_1 V_1}{2P_2 V_2}$$

делав $V_1 = 0 \Rightarrow T_{\text{min}} = 0$, я получу

идеальный цикл $\eta = 100\%$ - Ответ.

В реальной жизни такая температура недостижима



П.к. частица останавливается,
то равноценная с ней обклад-
ка — дальняя от нее.
⇒ В конденсаторе она прошла
 $0,8d$.

1) Пусть поле внутри: $\vec{E}$
Тогда:

$$\text{З.С.Э.} : W_1 + A = W_2$$

$$\frac{mV_1^2}{2} + (-Eq \cdot 0,8d) = 0$$

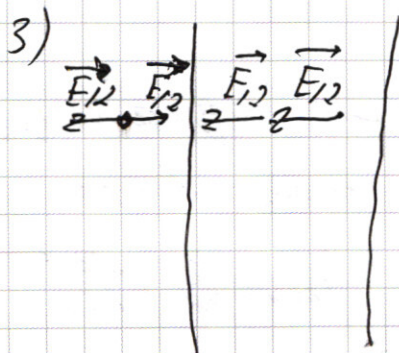
$$\frac{V_1^2}{2\gamma} = 0,8Ed \Rightarrow E = \frac{V_1^2}{1,6\gamma d}$$

$$\alpha = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = E\gamma$$

$$\gamma T = \frac{V_1}{\alpha} = \frac{V_1}{E\gamma} = \frac{V_1 \cdot 1,6\gamma d}{V_1^2 \gamma} = \boxed{\frac{1,6d}{V_1}} - \text{Ответ.}$$

$$2) U = \Delta\varphi = Ed = \boxed{\frac{V_1^2}{1,6\gamma}} - \text{Ответ:}$$

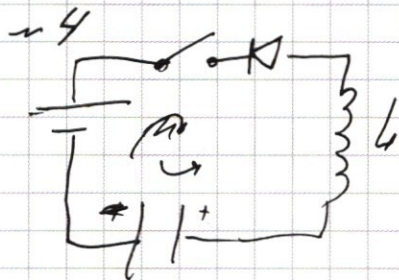
$$= \frac{5}{8} \frac{V_1^2}{\gamma}$$



П.к. d мало: поле на оси
симметрично за пределами
конденсатора равно и
противоположны ⇒
поле там нет.

$$\boxed{V_0 = V_1} - \text{Ответ.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дл. 3-й катушки:

$$-\mathcal{E} = -U_1 + LI + U_0$$

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

$$I = \frac{U_1 - \mathcal{E} - U_0}{L} = \frac{6 - 3 - 1}{0.2} = \boxed{10 \frac{\text{A}}{\text{C}}}$$

Ответ

2) $I_{\text{max}} = I = 0 \Rightarrow U_L = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow U_C + U_0 = \mathcal{E}$$

$$U_C = \mathcal{E} - U_0 = 2\text{В}$$

3. с. 2.

$$\frac{CU_1^2}{2} + A = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{LI^2}{2}; A = -q\mathcal{E} = -(CU_1 - CU_C)\mathcal{E}$$

$$CU_1^2 - CU_C^2 - 2(CU_1 - CU_C)\mathcal{E} = LI^2$$

$$I^2 = \frac{C}{L} (U_1^2 - U_C^2 - 2U_1\mathcal{E} + 2U_C\mathcal{E}) = \frac{20 \cdot 10^{-6}}{0.2} (36 - 4 - 2 \cdot 6 \cdot 3 + 2 \cdot 2 \cdot 3) =$$

$$= 10^{-4} (-8) = 8 \cdot 10^{-4} \text{ A}^2$$

$$I = \boxed{2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{ A} \approx 30 \cdot 10^{-3} \text{ A}} - \text{Ответ}$$

* 3) Пока в катушке есть ток, она будет создавать неоднородное магнитное поле для открытого диода.

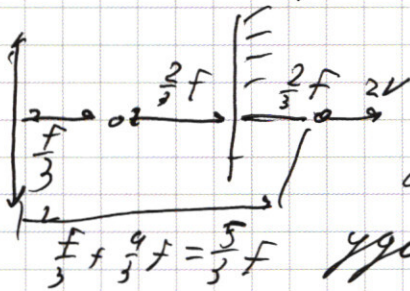
3. с. 2 $\frac{CU_1^2}{2} + A = \frac{CU^2}{2}; A = q(\mathcal{E} - U)$

$$U^2 - 2\mathcal{E}U + 2U_1\mathcal{E} - U_1^2 = 0 \Rightarrow U = \frac{\mathcal{E} \pm \sqrt{\mathcal{E}^2 - 2\mathcal{E}U_1 + U_1^2}}{1} = \mathcal{E} \pm (\mathcal{E} - U_1)$$

$$U = \begin{bmatrix} 6\text{В} \\ 0\text{В} \end{bmatrix} \Rightarrow U = 0\text{В} - \text{Ответ} - \text{диод будет закрыт, система установится}$$

н 5.

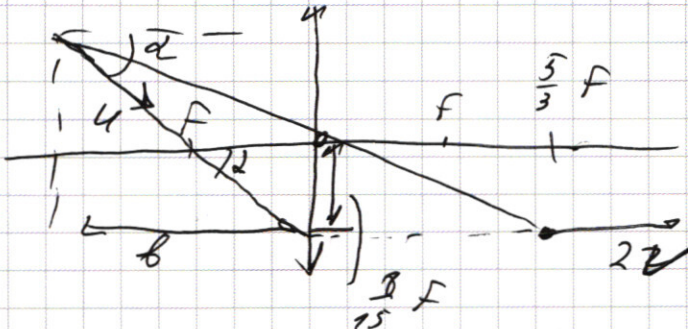
Сначала рассмотрим отражение в зеркале



источник и изображение

удаленных $\Rightarrow$ В с.о. зеркала
изображение движется с $2v$

Теперь рассмотрим тонкую линзу
и зеркальное отражение.

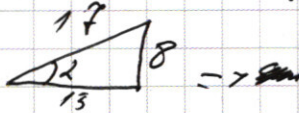


1) То формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{\frac{5}{3}f} = \frac{1}{f}$$

$$b = \left[\frac{5}{2} f \right] - \text{Ответ}$$

$$2) \text{tg } \alpha = \frac{8}{15} \cdot \frac{f}{f} = \left[\frac{8}{15} \right] - \text{Ответ}$$



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

$$3) \sqrt{r} = \frac{b}{\frac{5}{3}f} = \frac{3}{2}$$

$$u \cos \alpha = \sqrt{r} \cdot 2v = \frac{9}{2} v$$

$$u = \frac{\frac{9}{2} v}{\cos \alpha} = \frac{9}{2} \cdot \frac{17}{15} v = \left[5,1 v \right] - \text{Ответ}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) По теореме косинусов.

$$U \cos \beta = V \cos \alpha$$

$$U = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 8} V = 1,275 V = 157 \text{ км/ч}$$

Ответ:

2) В. С. О. мушкетеры

По теореме косинусов.

$$W^2 = V^2 + U^2 - 2VU \cos(\alpha + \beta)$$

$$U^2 = V^2 \left(1 + \left(\frac{51}{40} \right)^2 - \frac{2 \cdot 51}{40} \cdot \frac{36}{85} \right)$$

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

$$W = \sqrt{V^2 \left(1 + \left(\frac{51}{40} \right)^2 - \frac{2 \cdot 51}{40} \cdot \frac{36}{85} \right)}$$

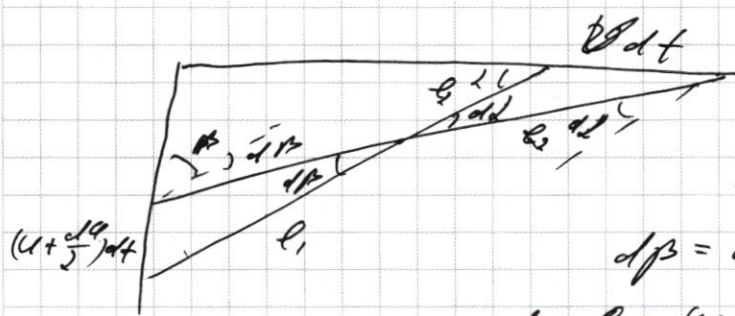
$$U = \sqrt{V^2 \left(1 + \left(\frac{51}{40} \right)^2 - \frac{2 \cdot 51}{40} \cdot \frac{36}{85} \right)} = 78 \text{ км/ч} - \text{Ответ.}$$

3)

2-й 3-й Ньютона

OX: $m a_x = T \sin \beta - m g = \frac{m v^2}{R}$

OY: $m a_y = T \cos \beta = m \frac{dv}{dt}$



Рассчитано
напряженность
тока

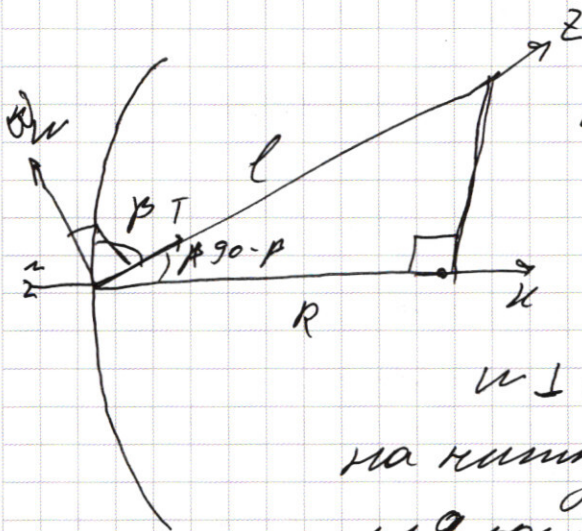
$$d\beta = dd \ll 1$$

$$d\beta l_1 = (u + \frac{d}{2})dt$$

$$d\beta l_2 = V dt$$

$$l_1 + l_2 = l$$

$$d\beta l = dd l = u dt + V dt + \frac{du dt}{2}$$



$$\cos(90 - \beta) = \sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$\text{Но из условия } \frac{R}{l} = \frac{15}{17}$$

=> угол прямой

$u \perp l$ т.к. в с.о. муфта

на нитку у кольца нет состав-
ляющей скорости.

~~Решение:~~

В с.о. муфты:

$$m \frac{u^2}{c^2} = T = \frac{u^2}{c^2} m = \frac{15^2}{17^2} \cdot 1 = \frac{225}{289}$$

$$T = \frac{0,277^2}{17,17} \cdot 15 = \left(\frac{277}{17}\right)^2 \cdot 15 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 0,33 \text{ Н.}$$

$$T \approx 0,33 \text{ Н} - \text{Ответ}$$

$$T \approx 0,33 \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$0,7^2 \cdot \frac{15}{12}$
 $0,49$

$d\beta l = u dt + v dt + \frac{a dt^2}{2}$
 $\dot{\beta} l = u + v + a dt = u \quad \dot{\beta} l = W$
 $\dot{\beta} l = \dot{\beta} l = u + v + a dt$
 $a = \dot{\beta} l - \frac{u}{dt} - \frac{v}{dt}$

$\cos(90 - \beta) = \sin \beta = \frac{15}{12} = 1$

$\frac{77}{12} =$

$0,49 \cdot \frac{15}{12} =$

$49 \cdot 15$
 15
 735
 49
 739

$739 \cdot 1089$
 $528 \cdot 27$
 1610

475
 77
 77
 $58 \cdot 9$
 8929
 889351289
 852
 $313,1$
 373
 284
 895
 282
 430

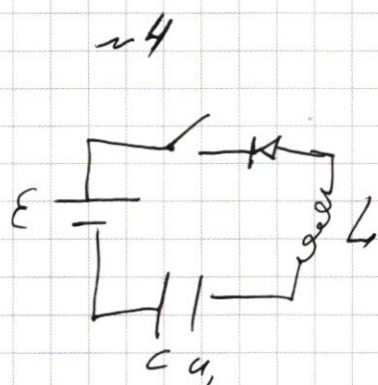
$12 \cdot 12 = 140 + 2085$
 289

$4,5^2$
 $(\frac{45}{10})^2 \cdot 15 = \frac{3 \cdot 9 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 5 \cdot 3}{81 \cdot 10 \cdot 10} =$
 $= \frac{3 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 3}{4} = \frac{225}{4} =$
 $81 \cdot 9 = 729$
 $= 182,25$

$$\frac{(0,77)^2}{17^2} \cdot 15 \cdot 10$$

$$\begin{array}{r} 0,55 \\ \hline 8 \\ 17^2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8 \\ \hline 289 \\ 8 \cdot 289 \\ 2312 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$L \dot{I} = U_1 - E$$

$$1) \dot{I} = \frac{U_1 - E}{L} = \frac{3B}{0,2 \Gamma_n} = 15 \frac{A}{c}$$

2)

$$U = 2B$$

$$U = 2B$$

$$2\pi\omega = 2\pi \cdot 10^{-2} = 0,004\pi \approx 0,03$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + A = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$$

$$A = -qE$$

$$C(U_1^2 - U^2) + 2A = LI^2$$

$$q = CU_1 - CU = C(U_1 - U)$$

$$C(U_1^2 - U^2) - 2C(U_1 - U)E = LI^2$$

$$A = C(U_1 - U)E$$

$$I^2 = \frac{C(U_1^2 - U^2) - 2CU_1E + 2UE}{L}$$

$$\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2} \left((36 - 4) - \frac{2 \cdot 6 \cdot 3}{32} + \frac{2 \cdot 2 \cdot 3}{48} \right) = \frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2} (12) = 100 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 12 \cdot 10^{-4}$$

3)

$$U_2 + U_0 = E$$

$$U_2 = U = 2B$$

$$8 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + A = \frac{CU^2}{2}$$

$$2 \cdot 25 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 25 \cdot 10^{-2} = 8 \cdot 10^{-4}$$

$$CU_1^2 - 2C(U_1 - U)E = CU^2$$

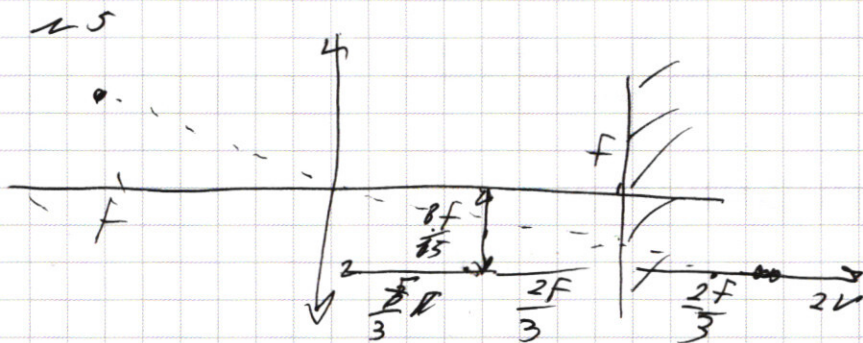
$$2 \cdot 1,44 \cdot 10^{-1} = 2,88 \cdot 10^{-2} = 0,288 \cdot 10^{-3}$$

$$CU_1^2 - 2CU_1E + 2UE = U^2$$

$$\frac{0,12}{3} = \frac{12}{300} = \frac{4}{100} = 0,04$$

$$U^2 = 2UE + 2UE - U_1^2 = 0$$

$$U = \frac{2UE \pm \sqrt{E^2 - 2UE + U_1^2}}{1} \quad E \neq |E - U_1| = E \pm (U_1 - E) = \begin{cases} U_1 \\ 2E - U_1 \end{cases} \begin{cases} 6B \\ 0 \end{cases}$$



$f_{d/3} =$

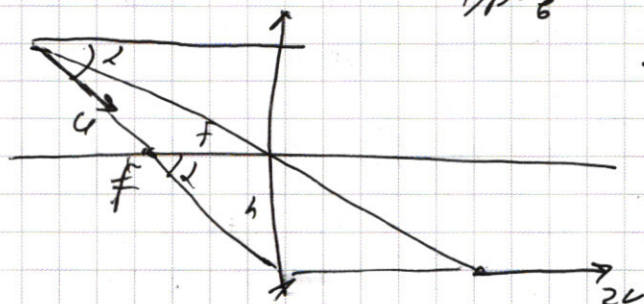
$$l = \frac{F + 2F}{3} = \frac{5}{3} F$$

$$b = d \cdot f = \frac{F}{\frac{2}{3} F} = \frac{3}{2} F$$



$$\begin{aligned} \text{tg } \alpha &= \frac{h}{d} \\ \text{tg } \beta &= \frac{h}{b} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tg } \alpha &= \frac{b}{d} \\ \text{tg } \beta &= \frac{b}{l} \text{tg } \alpha \end{aligned}$$



$$U \cos \alpha = \sqrt{2} \cdot 2V = \frac{81}{100} \cdot 2V$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{h}{F} = \frac{8}{15}$$

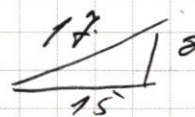
$$U = \frac{\sqrt{2} \cdot 2V}{\cos \alpha} = \frac{81 \cdot 17 \cdot 2}{100 \cdot 1500} V =$$

$$1,83 V$$

$$\frac{90+63}{20} = 3,1$$

$$\sqrt{2} = \frac{b}{d} = 2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{9}{10}$$

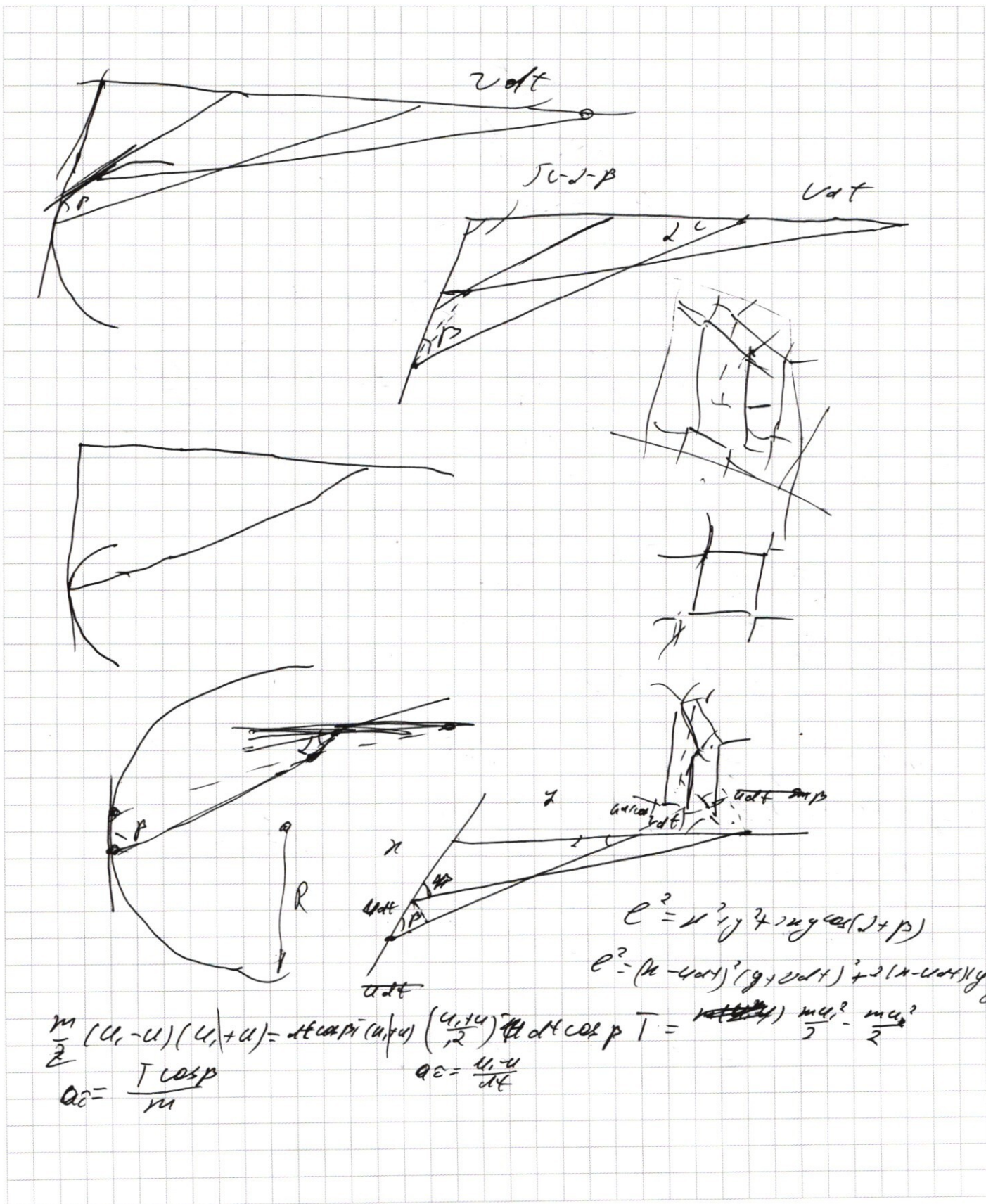
$$\sqrt{2} = \frac{81}{100}$$



$$\begin{aligned} 150 \cdot 150 &= 22500 \\ 64 \cdot 125 &= 8000 \\ 22500 - 8000 &= 14500 \\ 17 \cdot 17 &= 289 \\ 14500 + 289 &= 14789 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{81}{15} \\ &= \frac{81}{15} \cdot 2 = 2754 / 1500 \\ &= \frac{12340}{12000} = 1,0283 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{m}{2} (u_1 - u) (u_1 + u) = \hbar \cos p (u_1 + u) \left(\frac{u_1 + u}{2} \right) \hbar \cos p T = \frac{m u_1^2}{2} - \frac{m u^2}{2}$$

$$Q\phi = \frac{T \cos p}{m}$$

$$Q\phi = \frac{u_1 - u}{\hbar}$$

$$e^2 = u^2 y^2 + u y \cos(2+p)$$

$$e^2 = (u - u \cos t)^2 (y + u \cos t)^2 + 2(u - u \cos t)(y + u \cos t) \cos(p/2)$$

$$\frac{Q}{25\epsilon_0}$$

$$F = \frac{Q}{5\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\frac{250}{5} = 50$$

$$F = \frac{Q}{5\epsilon_0} = \frac{1600 + 260}{5 \cdot 10^{-12}} = 5.929 \cdot 10^8 \text{ N}$$

$$qE \cdot 0.001 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$0.001 F = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{q}{\epsilon_0} \cdot 0.001 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$q = \frac{mv_1^2}{2 \cdot 0.001 \cdot \epsilon_0}$$

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

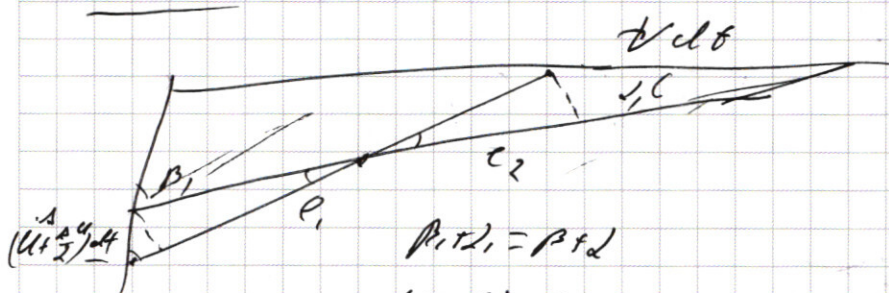
$$Er = a$$

$$\frac{v_1}{a} = T = \frac{v_1}{Er} =$$

$$= \frac{v_1}{v_1^2 r} \cdot 1.6 \times 10^{-17} = \frac{1.6 \times 10^{-17}}{v_1}$$

$$2) U = \Delta \varphi = Ed = 1.6 \text{ Vol}$$

$$3) v_1$$



$$\beta_1 + \beta_2 = \beta + \alpha$$

$$d\beta + d\alpha = 0$$

$$d\beta = -d\alpha < 0$$

$$e_1, d\beta = (u + \frac{v}{2}) dt \sin \alpha, d\beta = d\alpha$$

$$e_2, d\beta = v dt \sin(\alpha - \beta), e_1, d\beta = (u + \frac{v}{2}) dt$$

$$e_2, d\beta = (u dt + \frac{v}{2} dt \sin \alpha) \quad e_2, d\beta = v dt$$

$$\neq v dt \sin(\alpha - \beta) \quad e(d\beta) = u dt + v dt + \frac{v}{2} dt$$

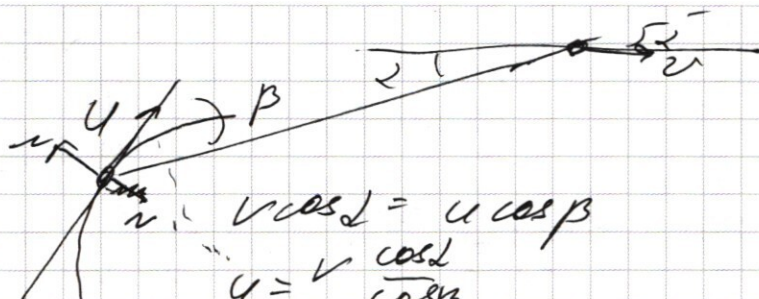
$$e \dot{\beta} = u + v + \frac{v}{2}$$

$$\dot{\beta} = \dot{\alpha} = \frac{w}{L}$$

$$w = u + v + \frac{v}{2}$$

$$\Delta u = (w - u - v) \cdot 2 = 6 \cdot 2 = 12$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

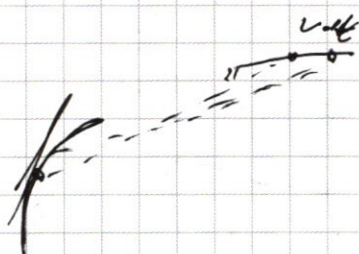
$$y = \sqrt{\frac{\cos 2}{\cos 3}}$$

$$u = \cancel{v} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{14}{8} = \frac{51}{40} = 1.275 \text{ V}$$

$$m a = \frac{m U}{R} ?$$

$$m a_n = \kappa + T \sin \beta$$

$$m a_{\vec{r}} = T \cos \beta$$



$$W^2 = V^2 + U^2 - 2VU \cos(\alpha + \beta)$$

$$u^2 = v^2 + u^2 - 2vu(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta) =$$

$$= 4^2 + 4^2 - 2 \cdot 4 \cdot \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{5}{12} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{12} \right) =$$

$$4^2 = 4^2 + 4^2 + \frac{36}{25} + 24$$

$$u^2 = \cancel{1/4} + \frac{3/4 \cdot 7/8}{5/8 \cdot 8/8} \cancel{1/8} + \dots$$

$$u = \sqrt{1 + \frac{3^2 \cdot 1^2}{5^2 \cdot 2^2} + \frac{6^2 \cdot 3^2}{5^2 \cdot 8}} = \sqrt{\frac{1^2 \cdot 8^2 + 3^2 \cdot 1^2 + 6^2 \cdot 3^2}{1^2 \cdot 8^2}}$$

$$3.17 = \frac{59}{40} = 1,225$$

1,275.40

20.85 = TNO

$$10.85 = 850$$

P-24

$$\sim 2 \quad 1) \sqrt{2}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

2) $Q = 2U + \cancel{P} S$

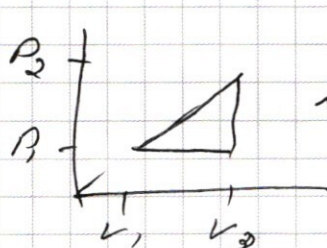
$$Q_1 = \frac{3}{5}A(PV) + \frac{P_2 + P_1}{2}(V_2 - V_1)$$

~~$$Q = \frac{3}{2}(P_{K2} - P_{K1}) + \frac{1.5}{2} + \frac{P_{L1}}{2} - \frac{P_{L2}}{2} + \frac{P_{L3}}{2}$$~~

~~$$Q = \frac{3}{5} P_3 V_3 - \frac{3}{2} P_1 V_1 + \frac{P_2 V_2 + P_1 V_1}{2} - \frac{P_1 V_2}{2} - \frac{P_3 V_1}{2}$$~~

$$Q = \frac{3P_2V_2 - 3P_1V_1 + \cancel{P_2V_2} + \cancel{P_1V_2} - \cancel{P_2V_1} - \cancel{P_1V_1}}{2} - 2P_2V_2 - 2P_1V_1 =$$

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



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

$$P_2 L_1 = R_1 V_2$$

$$\frac{Q_{12}}{T_{12}} \quad 4$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1}{Q_1}$$

Q22

$$1 = \frac{P_1(B-A)(V_2-V_1)}{2} = \frac{P_2V_2 + P_1V_1 - P_2V_1 - P_1V_2}{2}$$

$$Q_1 = 2(P_2V_2 - P_1V_1)$$

$$\eta = \frac{1}{4} \frac{P_2V_2 + P_1V_1 - P_2V_1 - P_1V_2}{P_2V_2 - P_1V_1} =$$

$$P_1 = 2V_1$$

$$P_2 = 2V_2$$

$$= \frac{2V_2^2 + 2V_1^2 - 2V_2V_1 - 2V_1V_2}{2V_2^2 - 2V_1^2} = \frac{V_2^2 + V_1^2 - 2V_1V_2}{V_2^2 - V_1^2} = \frac{(V_2 - V_1)^2}{(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} =$$

$$= \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1} = 1 - \frac{2V_1}{V_2 + V_1}$$

$$\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1} = \frac{V_2 + V_1}{V_2 + V_1} - \frac{2V_1}{V_2 + V_1}$$



1600 + 1280 = 2880

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

$$\frac{2(V_2 + V_1) - (V_2 - V_1)}{(V_2 + V_1)} = 0$$

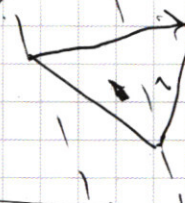
$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} =$$

$$T_2 = \frac{P_2V_2}{\gamma R} = \frac{2V_2^2}{\gamma R}$$

$$T_1 = \frac{2V_1^2}{\gamma R}$$

~3

$$\frac{2V_2^2 - 2V_1^2}{2V_2^2} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2}$$



$$V_2^2 = 40^2 + 31^2 + 2 \cdot 40 \cdot 31 \cdot \cos 85^\circ$$

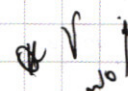
$$V_2^2 = 40^2 + 31^2 + 2 \cdot 40 \cdot 31 \cdot 0.0872 = 1600 + 961 + 2680 = 5241$$

85

$$\frac{2 \cdot 40 \cdot 31 \cdot 0.0872}{1} = 2680$$

$$4836 = 1928$$

$$\frac{194}{288}$$



$$8.5^2 + 3.1^2 + 2 \cdot 8.5 \cdot 3.1 \cdot \cos 85^\circ$$

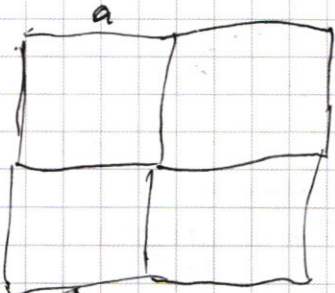
$$5938.2$$

$$20^2 = 400$$

$$160^2 = 25600$$

$$16^2 = 256$$

$$16^2 = 256$$



$$1.5 \cdot 19.1$$

$$1.5 \cdot 19.1$$

$$1.5 \cdot 19.1$$

$$1.5 \cdot 19.1$$