

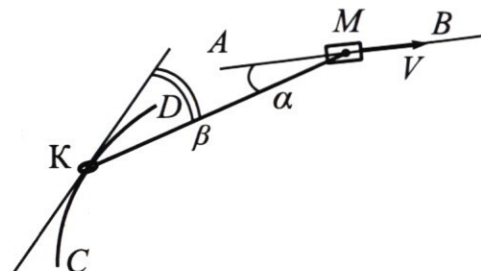
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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.



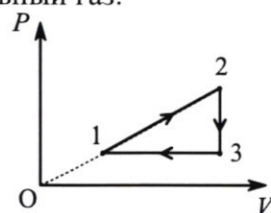
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

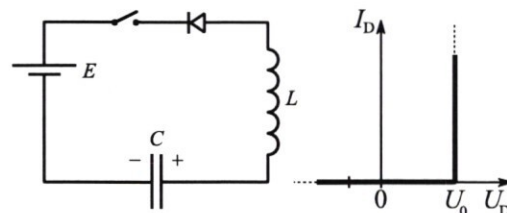


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между 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.



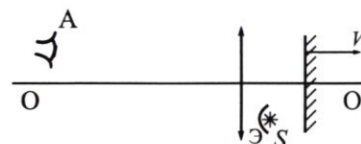
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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) Из графиков следует, что количество теплоты при-
ходящее на кбв 2-3 4 3-1 частей процесса

$$C_p = \frac{p}{D} \frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} R$$

23: $V = \text{const} \Rightarrow dV = 0$

$$C_{D23} = \frac{3}{2} R$$

31: $p = \text{const} \Rightarrow V = \frac{RT}{p}$

$$C_{D31} = \frac{d}{dT} \left(\frac{pRT}{p} \right) \cdot \frac{p}{D} + \frac{3}{2} R = \frac{pR}{p} \cdot \frac{p}{D} \cdot \frac{dT}{dT} + \frac{3}{2} R = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{D31}}{C_{D23}} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3}$$

2) $Q = A + \Delta U$

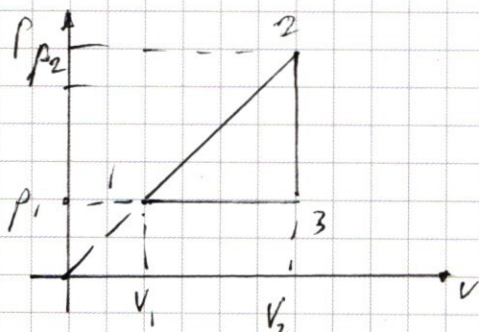
$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$$

A - площадь под графиком
процесса.

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{p_2 V_2}{pR} - \frac{p_1 V_1}{pR}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot (p_1 + p_2) \cdot (V_2 - V_1)$$



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

т.к. $p \sim V$

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

$$p_1 V_2 = p_2 V_1$$

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

$$Q = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\frac{Q}{A} = 4$$

$$3) \eta_0 = \frac{A}{Q^+}$$

Q^+ — теплотворение в процессе $1 \rightarrow 2$

т.к. данные ее не можем подобрать

$$Q^+ = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

A — общая работа цикла, равная площади замкнутой

фигуры ограниченной процессом цикла.

$$Q^+ = 4A_2 =$$

$$= 2(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)$$

$$A = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}(p_2 V_2 + p_1 V_1 - 2p_1 V_2)$$

$$A = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)$$

$$\eta_0 = \frac{A}{Q^+} = \frac{1}{2} \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}$$

$$\eta_0 = \frac{1}{4} \frac{p_2 - p_1}{p_1 + p_2}$$

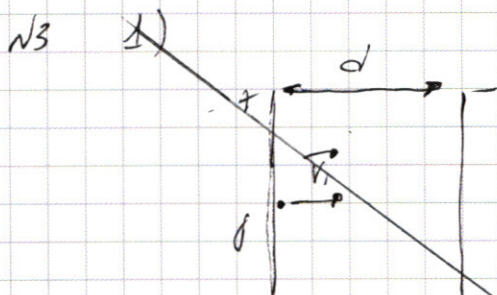
— принимает max значение при $p_1 = 0$

$$\eta_{0\max} = \frac{1}{4} = 25\%$$

Ответ: 1) $\frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{Q}{A} = 4$

3) $\eta_{\max} = 25\%$



$$E \cdot 0.2d \cdot q = \frac{hV_1^2}{2}$$

$$E = \frac{5V_1^2}{2\gamma d}$$

$$Q_m = E \cdot q$$

$$Q = E \cdot q = \frac{5V_1^2}{2d}$$

$$V_1 - aT = 0$$

$$T = \frac{V_1}{a} = \frac{V_1 \cdot 2d}{5V_1^2} = \frac{2d}{5V_1}$$

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

$$Q = E \cdot q$$

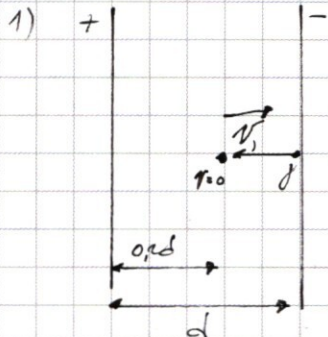
$$V_1 - aT = 0$$

$$T = \frac{V_1}{a}$$

2) $U = E \cdot d = \frac{5V_1^2}{2\gamma}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



$$l = d - 0,2d = 0,8d$$

E - замедляющее электрическое поле

$$El \cdot q = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$E = \frac{5V_1^2}{8jd}$$

$$E_y = 0$$

$$a = E_y$$

$$a = \frac{5V_1^2}{8d}$$

$$2) \quad v_1 - at = 0$$

$$T = \frac{v_1}{a} = \frac{8d}{5V_1}$$

$$2) \quad U = Ed = \frac{5V_1^2}{8j}$$

$$3) \quad U_0 = U, \quad V_0 = V_1$$

Ответ: 1) $T = \frac{8d}{5V_1}$ 2) $U = \frac{5V_1^2}{8j}$ 3) $V_0 = V_1$

$$3) \quad W = q\varphi$$

$$\varphi_A = 0$$

$$\varphi_A = \varphi_1 + \varphi_2 - A$$

$$\varphi_A = E \cdot d + A$$

$$\varphi_A = -E \cdot A$$

$$\varphi_A = Ed$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + qAq$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2qAq$$

$$v_0 = \sqrt{v_1^2 + \frac{5V_1^2}{4d}} = \frac{3V_1}{2}$$

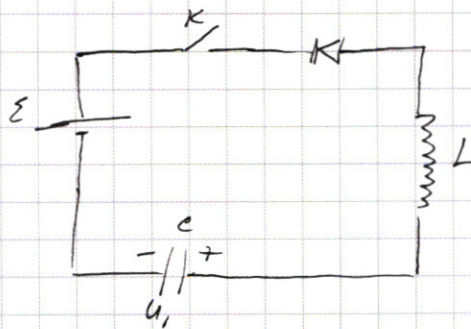
Ответ: 1) $T = \frac{8d}{5V_1}$

2) $U = \frac{5V_1^2}{8j}$

3) $V_0 = \frac{3}{2}V_1$

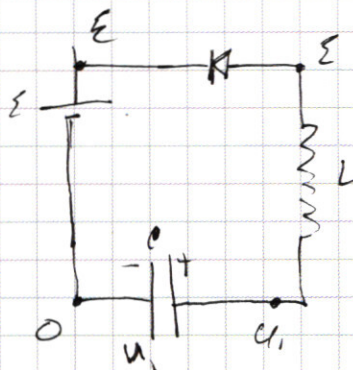
N4

В



1) сразу после замыкания $U_C(0) = U_1$ т.к. напряжение на конденсаторе скачком не меняется

$I_L(0) = 0$ т.к. ток на катушке скачком не может сл.
 $\Rightarrow$ ток в цепи в $t=0$ отсутствует.

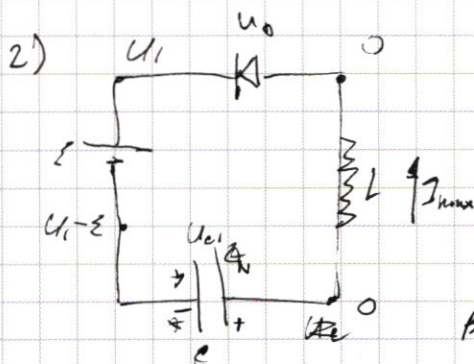


воспользуемся методом узловых потенциалов.

$$U_L(0) = U_1 - \varepsilon = 3\text{В}$$

$$U_L = LI'_L$$

$$I'_L = \frac{U_L}{L} = \frac{3\text{В}}{0,2\text{Гн}} = \frac{15\text{В}}{\text{Гн}}$$

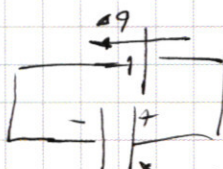


раз в цепи есть ток, то на диоде есть напряжение $U_D = 1\text{В}$.

раз $I = I_{\text{нп}} \Rightarrow U_L = 0$ т.к. $I' = 0$

воспользуемся методом узловых потенциалов.

$$U_{C1} = 0 - U_D + \varepsilon = \varepsilon - U_D = 2\text{В}$$



$$\Delta q = C(U_1 + U_D - \varepsilon)$$

для $q = CU_1$, стал $\bar{q} = C(\varepsilon - U_D)$: $q = 0,2\text{А}$
 $q^* = 2\text{А}$ $\Delta q = 4\text{А}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A\delta = \Delta W + Q$$

$Q = 0$ т.к. нет резистора

$A\delta = -\Delta q \xi$ т.к. заряд крохалки против работы вн. сил

$$\Delta W = W(t) - W(0)$$

$$W(0) = \frac{CU_0^2}{2}$$

$$A\delta = -30 \text{ мкДж}$$

$$W(t) = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} + \frac{CU_1^2}{2}$$

$$A\delta = -C(U_1 + U_0 - \xi) \xi$$

-30 мкДж

$$-C(U_1 + U_0 - \xi) \xi = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2}$$

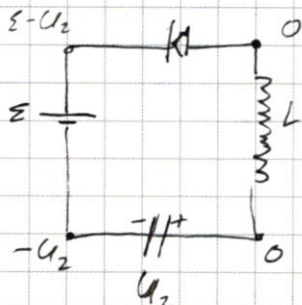
$$U_1 = \xi - U_0$$

$$\frac{LI_{\text{max}}^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2} - C\xi(U_1 + U_0 - \xi) = \frac{C}{2}(U_1^2 - U_0^2 - 2\xi(U_1 + U_0 - \xi)) + \frac{q}{d}$$

$$U_1^2 - U_0^2 - 2\xi(U_1 + U_0 - \xi) = 8B$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \sqrt{8B} = \sqrt{100 \cdot 10^{-9} \cdot 8B} = 14,1 \text{ нА}$$

3) В уст. режиме $I = 0 \Rightarrow U_1 = 0$



используем метод узловых потенциалов.

раз положение установившееся значит ~~напряжения~~

Напряжение на диоде $< U_0$

$$U_2 - \xi < U_0$$

$A\delta = -C(U_1 - U_2) \xi$ т.к. ток потечет лишь в одну сторону из-за диода.

$$\Delta W = -W(0) + W(U_2) = -\frac{U_1^2 C}{2} + \frac{U_2^2 C}{2}$$

$$+ C\xi(U_1 - U_2) = \frac{U_1^2 C}{2} - \frac{U_2^2 C}{2}$$

$$+ 2\xi(U_1 - U_2) = U_1^2 - U_2^2$$

$$6(6 - U_2) = 36 - U_2^2$$

$$U_2^2 - 6U_2 = 0$$

$$U_2 \neq 6 \text{ т.к. } U_2 - \xi < U_0$$

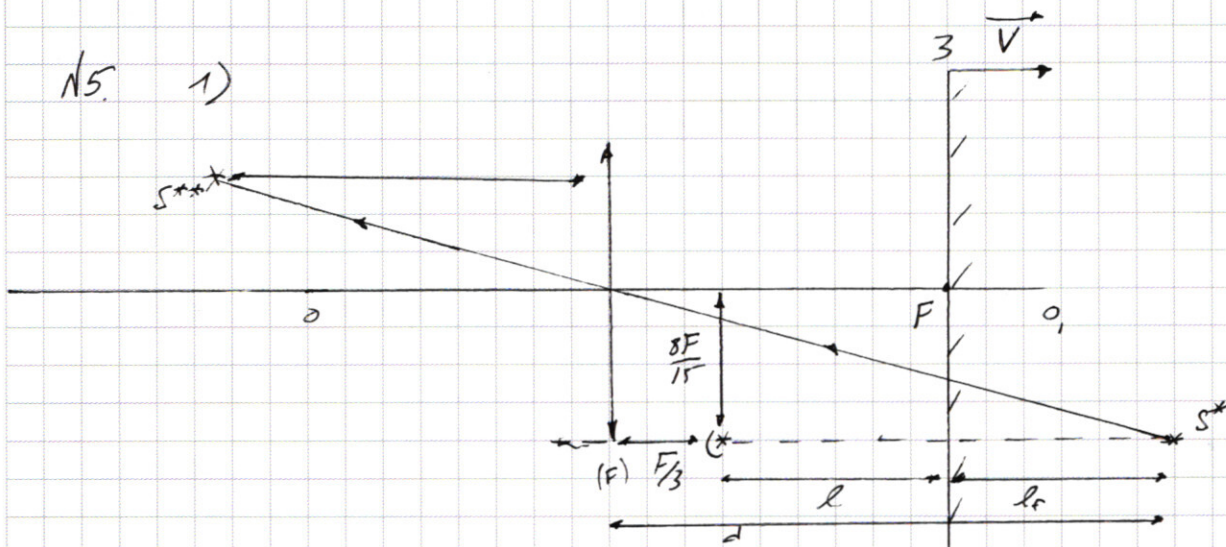
$$U_2 = 0$$

Ответ: 1) $I_L' = 15 \frac{b}{\Gamma_H}$

2) $I_{max} = 28,2 \mu A$

3) $U_2 = 0 B$

№5. 1)



Зеркало находится на расстоянии $l = F - \frac{F}{2} = \frac{2F}{3}$ от предмета

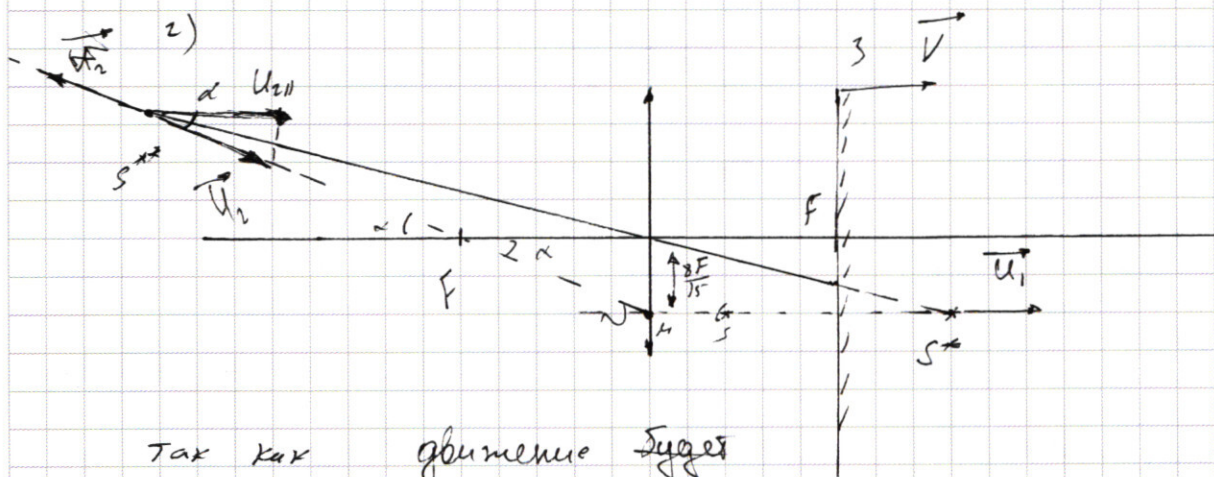
$l_r = l \Rightarrow S^*$ находится на расстоянии $d = \frac{5F}{3}$ от

линзы. $\frac{5F}{3}, F \Rightarrow$ изображение действительное

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

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

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



Так как движение будет

прямое изображение в линзе будет двигаться только перпендикулярно
оси линзы $\Rightarrow$ движение будет вдоль лучей MS^* т.к. изображение
в зеркале всегда будет $\star$ двигаться вдоль лучей MS^*

$$\tan \alpha = \frac{8F}{15} \approx \frac{8}{15}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $U_{\text{ср}} = V$ — скорость предмета относительно зеркала

$$U_1 = 2V - \text{ск}$$

$U_{1, \text{отн}}$ — скорость изображения относительно зеркала

$$U_{\text{ср}} = U_{\text{отн}} = V$$

U_1 — скорость изображения в зеркале относительно неподвижного наблюдателя

$$U_1 = 2V$$

~~из формулы о коэффициенте увеличения~~

$$U_{211} = \Gamma^2 U_{1,0}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{5F}{2} \cdot \frac{3}{5F} = \frac{3}{2}$$

$$U_{211} = \frac{9}{4} \cdot 2V$$

$$U_{211} = \frac{9 \cdot 2V}{2}$$

$$U_2 = \frac{U_{211}}{\cos \alpha}$$

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

$$\cos^2 \alpha = \frac{225}{289}$$

$$U_2 = \frac{9V}{2} \cdot \frac{17}{15} = \frac{51V}{10} = 5,1V$$

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

Ответ: 1) $f = \frac{5F}{2}$

2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$

3) $U_2 = 5,1V$

№1. 1) Т.к. $v = \text{const}$ можно считать, что колесо движется по окружности вокруг муфты.

U - скорость муфты. $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ скорость

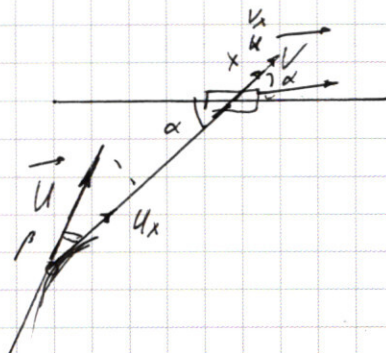
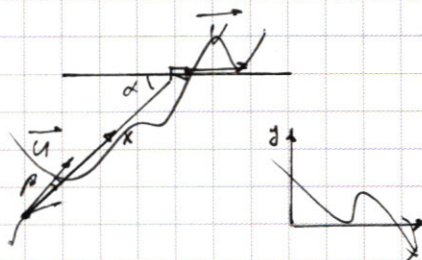
$$U_x = V_x$$

$$V_x = V \cdot \cos \alpha$$

$$U_x = U \cdot \cos \beta$$

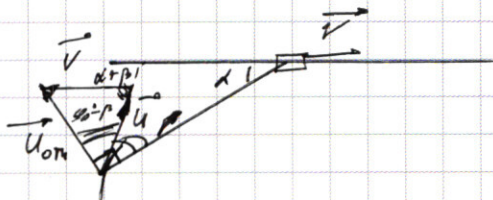
$$U = \frac{V \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{8}{17}}$$

$$= \frac{40 \cdot 51}{40} = 51 \text{ см/с}$$



2)

$$U_{\text{отн}} = U - V$$



$$\cos(90^\circ - \beta) = \sin \beta$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{15}{17}$$

$$V^2 = U^2 + U_{\text{отн}}^2 - 2U \cdot U_{\text{отн}} \cdot \sin \beta$$

$$40^2 = 51^2 + U_{\text{отн}}^2 - 40 \cdot U_{\text{отн}} \cdot \frac{15}{17}$$

$$U_{\text{отн}}^2 = 40^2 - 51^2 + 40 \cdot 60$$

$$U_{\text{отн}}^2 = (40 - 51)(40 + 51) + 40 \cdot 60$$

$$U_{\text{отн}}^2 = -11 \cdot 91 + 40 \cdot 60 = 2599$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{2599}$$

$$40^2 = 40 \cdot 51^2 + U_{\text{отн}}^2$$

$$\sin \alpha = \frac{44}{5}$$

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

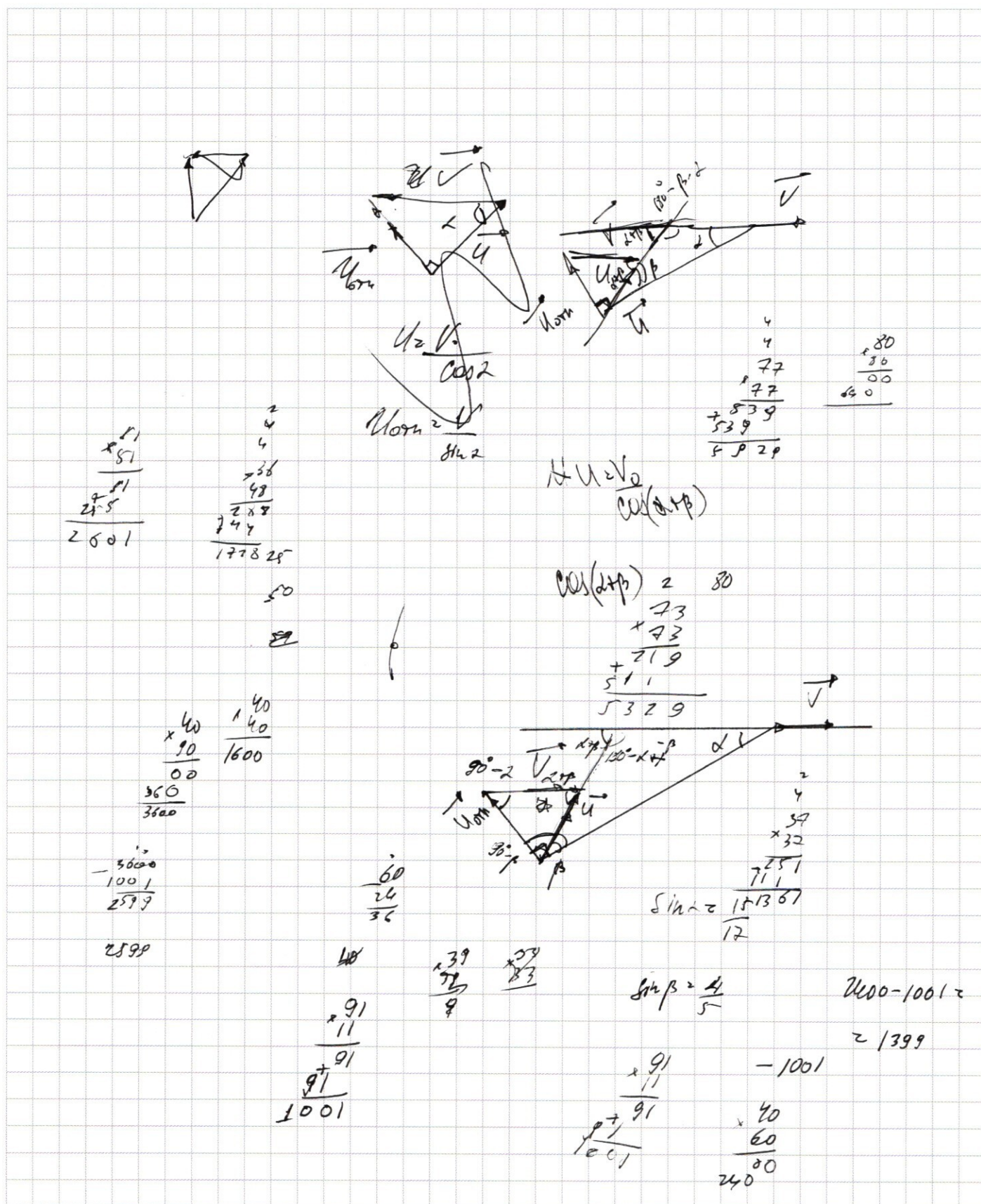
$$= \frac{36}{95}$$

$$U_{\text{отн}}^2 = V^2 + U^2 - 2VU \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$U_{\text{отн}}^2 = 40^2 + 51^2 - 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot \frac{36}{95} = 1600 + 2601 - 1728 = 6129$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{6129} \text{ см/с.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



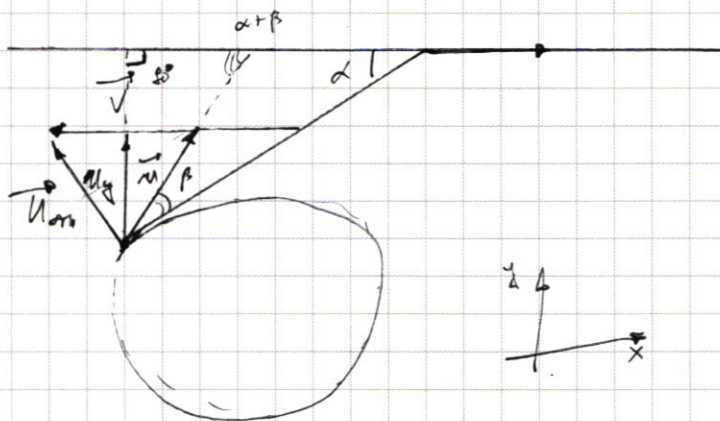
Handwritten student work on a grid background. The work includes several vector diagrams and arithmetic calculations.

Vector Diagrams:

- Top left: A small triangle with vertices labeled A , B , and C .
- Top center: A vector diagram showing the addition of vectors U_1 and U_2 to find their resultant U using the triangle rule. Angles α and β are indicated.
- Top right: A vector diagram showing the addition of vectors U_1 and U_2 to find their resultant U using the triangle rule. Angles α and β are indicated.
- Bottom center: A vector diagram showing the addition of vectors U_1 and U_2 to find their resultant U using the triangle rule. Angles α and β are indicated.

Arithmetic Calculations:

- Top left:
$$\begin{array}{r} 81 \\ \times 81 \\ \hline 215 \\ 2501 \end{array}$$
- Top center:
$$\begin{array}{r} 2 \\ 4 \\ \times 36 \\ \hline 144 \\ 177825 \end{array}$$
- Top right:
$$\begin{array}{r} 4 \\ 4 \\ 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 539 \end{array}$$
- Bottom left:
$$\begin{array}{r} 40 \\ \times 90 \\ \hline 00 \\ 360 \\ 3600 \end{array}$$
- Bottom center:
$$\begin{array}{r} 60 \\ \times 24 \\ \hline 36 \end{array}$$
- Bottom right:
$$\begin{array}{r} 2 \\ 4 \\ \times 32 \\ \hline 711 \\ 711 \\ \hline 151361 \end{array}$$



Реш

$$Q_{23} = P_2 V + \frac{3}{2} D \Delta T$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} (D K (T_3 - T_2)) = \frac{3}{2} D K (P_2 V_2 - P_1 V_2) = \frac{3}{2} V_2 (P_1 - P_2)$$

$$Q_{32} = P_1 V + \frac{3}{2} D \Delta T$$

$$\Delta T = T_1 - T_3 = \frac{P_1 V_1 - P_1 V_2}{2K} = \frac{P}{2K} (V_1 - V_2)$$

$P_1(V_1 - V_2)$

$$Q_{32} = P_1 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_1 V_2) = \frac{5}{2} (P_1 V_1 - P_1 V_2)$$

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

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

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

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



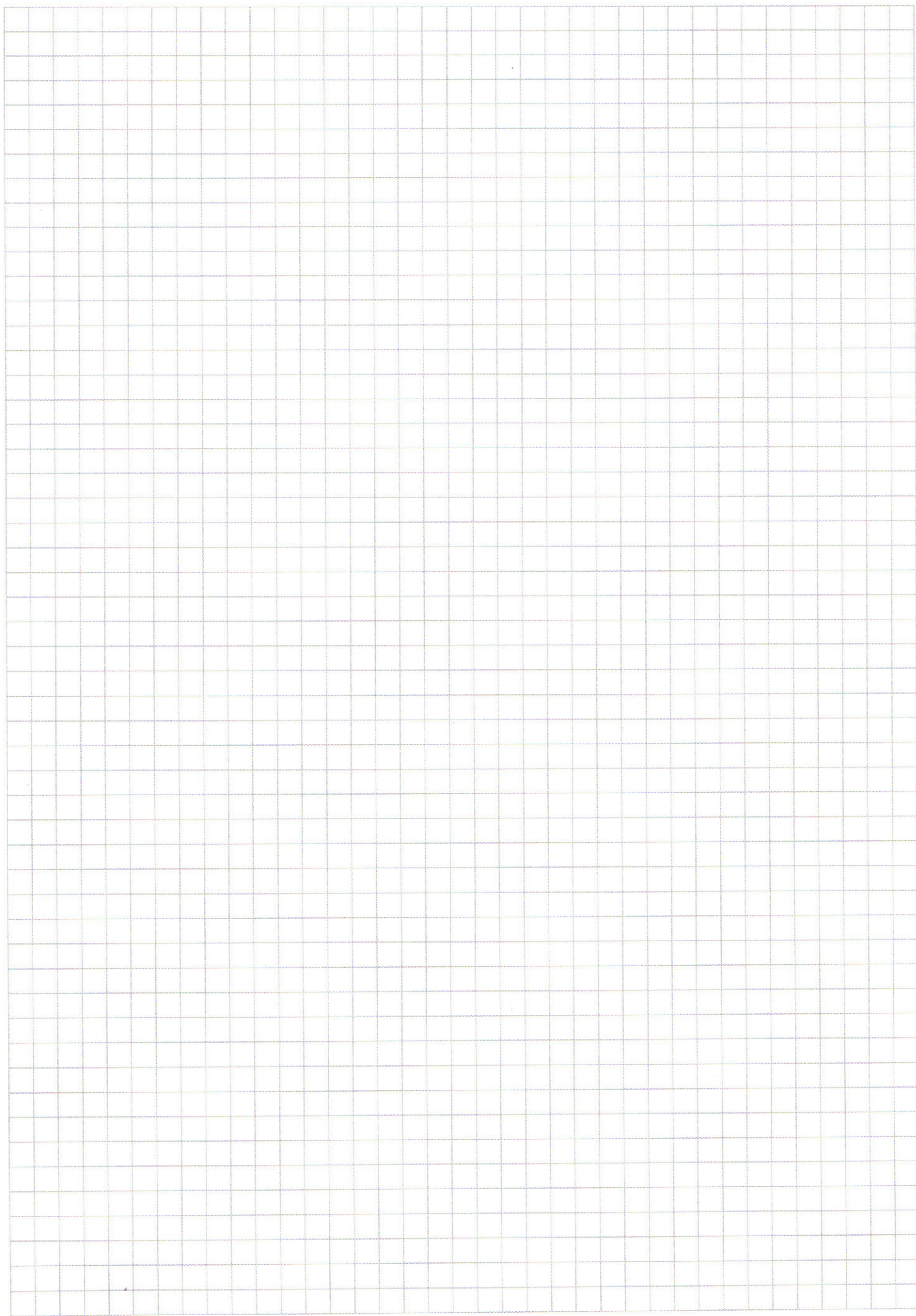
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)



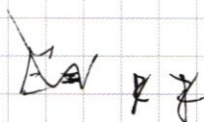
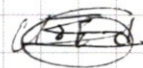
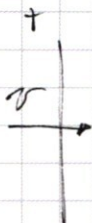
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

d
 v_1
 $0,2d$



$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$W = \frac{kq \cdot q}{r} \quad \phi \quad \frac{kq}{r}$$

$$E \cdot 0,2d \cdot q = \frac{mv_1^2}{2}$$

$qk =$

$$E \cdot 0,2d \cdot q = \frac{v_1^2}{2}$$

$$0,6 \cdot \frac{4}{10} \cdot \frac{3}{5} \quad \frac{1}{0,4} \cdot \frac{5}{1}$$

$$E = \frac{5v_1^2}{2fd}$$

$$qk = Eq$$

$$a = gE = \frac{5v_1^2}{2d}$$

$$v_1 - at = 0$$

$$1) \quad U = E \cdot d = \frac{5v_1^2}{2f}$$

$$1) \quad t = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 \cdot 2d}{5v_1^2} = \frac{2d}{5v_1}$$

$$2) \quad \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 \cdot 2d}{5v_1^2} = \frac{2d}{5v_1}$$

№4

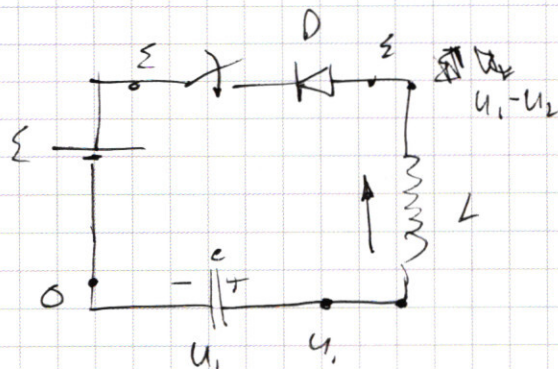
$$\Sigma = 3B$$

$$C = 4 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 6B$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1B$$



1) — к момент замыкания

$$U_C(0) = U_1$$

$$U_L = U_1 - \Sigma$$

$$I_L(0) = 0$$

$$U_1 - U_L = \Sigma$$

$$U_L = U_1 - \Sigma$$

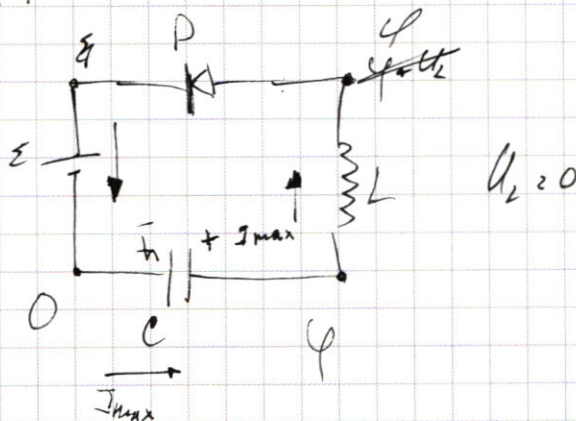
$$U_L = L I_L'$$

$$I_L' = \frac{U_L}{L} = \frac{U_1 - \Sigma}{L} = \frac{3B}{0,2 \text{ Гн}} = 15 \frac{A}{с}$$

$$U_L = 0$$

2) $I_{\text{max}} = ?$

φ = 4B



$$U_L = 0$$

$$U_L I_{\text{max}} = \Sigma I_{\text{max}}$$

$$U_C = \varphi$$

$$U_L = L I'$$

$$U_D = \varphi - \Sigma$$

$$\varphi = U_C$$

$$U_C = \varphi$$

$$I = U_C'$$

В момент замыкания $\varphi = 4B$ $U_L = U_1 - \varphi = 2B$ $U_L = L I' = 0,2 I' = 2B \Rightarrow I' = 10 \frac{A}{с}$ $I = 0 \Rightarrow$ ток будет нулевым.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

N2

$$pV = \nu RT$$

$$pV \propto T \Rightarrow T \downarrow$$

а2а

$$\delta Q = p \delta V + \frac{3}{2} \nu R \delta T$$

$$C = p \frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} \nu R$$

$$C_p = \nu R \frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} \nu R$$

$$C_p = \nu R \frac{dV}{dT} + \frac{3}{2} \nu R$$

$$C_{p2} = \frac{3}{2} \nu R$$

$$C_{p1} = \frac{5}{2} \nu R$$

$$p \propto \frac{1}{V} \Rightarrow pV = \text{const} = K$$

$$\frac{pV}{V} = K \Rightarrow \frac{p}{V} = K$$

$$V(T) = \sqrt{\frac{pR}{2T}}$$

$$V'(T) = \frac{pR}{2\sqrt{2T}} = \frac{K}{\sqrt{2T}}$$

$$dV = 0$$

$$dV = 0$$

$$p = \text{const}$$

$$pV = \nu RT$$

$$V = \frac{\nu RT}{p} \quad V'(T) = \frac{\nu R}{p}$$

$$Q = A + \Delta U$$

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

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \left(\frac{p_2 V_2}{\nu R} - \frac{p_1 V_1}{\nu R} \right)$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p = K/V$$

$$p_1 = K/V_1$$

$$p_2 = K/V_2$$

$$K = \frac{p_1}{1/V_1} \quad K = \frac{p_2}{1/V_2}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$A = \frac{1}{2} (p_1 V_1 + p_2 V_2) (V_2 - V_1)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$Q = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} + \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$1) \quad \eta = \frac{Q^+}{Q^-} \quad \eta = \frac{Q^+}{A} = \frac{1}{\epsilon}$$

$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{1}{\epsilon}$$

$$\eta_{\text{ср}} = \frac{A}{Q} = 0 \quad \text{т.к. } A = 0$$

$$T_3 = T_1 \quad \frac{A}{Q} = p_1 V$$

ср.

$$Q = A + \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R (T_1 - T_3)$$

$$T_3 = T_1 \quad T_1 = \frac{p_1 V_1}{R}$$

$$T_3 = \frac{p_1 V_1}{R}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} p (V_1 - V_3)$$

$$A =$$

$$23) \quad Q = p \Delta V + \Delta U$$

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

$$p_3 V_3 = R T_3 \quad p_2 V_2 = R T_2$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{R} \quad T_2 = \frac{p_2 V_2}{R}$$

$$T_3 - T_2 = \frac{R}{p} (p_3 - p_2)$$

$$Q = \Delta U$$

$$\text{т.к. } \Delta V = 0$$

$$V = \text{const}$$

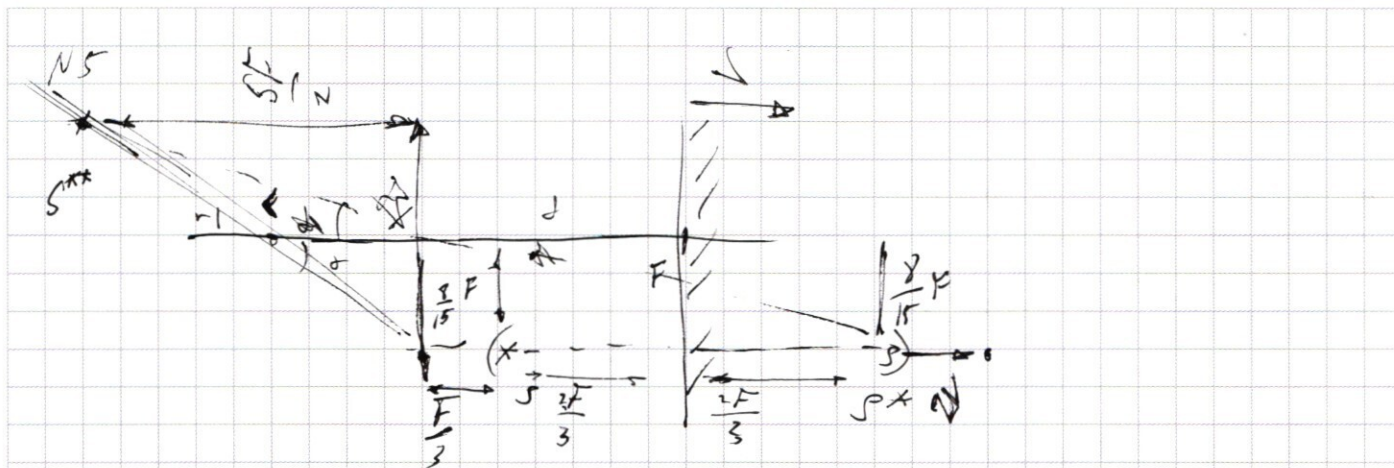
$$\eta = 0$$

$$\frac{Q^+}{Q^-}$$

Answer

$$E \cdot d = q$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$d_1 = \frac{5F}{3} \quad \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{3}{5F} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{2}{5F}$$

$$f_1 = \frac{5F}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{\frac{8F}{15}}{\frac{3F}{5}} = \frac{8F}{15} \cdot \frac{5}{3F} = \frac{8}{9}$$

$$\tan^2 \alpha = \frac{3F}{15} = \frac{8}{15}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{1}{1 + \frac{8}{15}} = \frac{1}{\frac{23}{15}} = \frac{15}{23}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{23}}$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{23}}$$

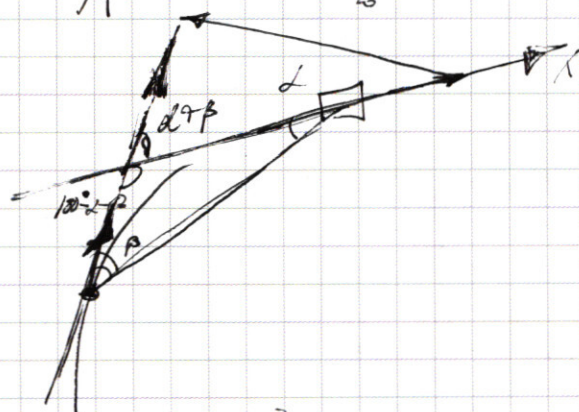
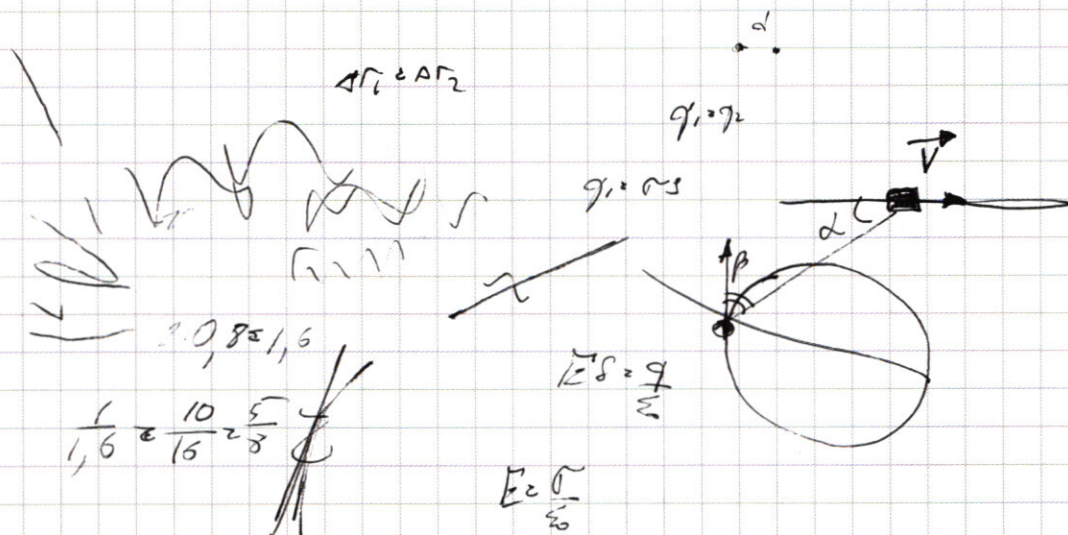
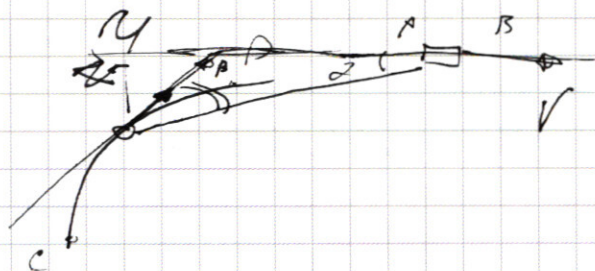
$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{17}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{16}{17}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{17}}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{\sqrt{17}}$$

$$U = \frac{U_0}{\cos \alpha} = \frac{17.3V}{\frac{1}{\sqrt{17}}} = \frac{51V}{20}$$

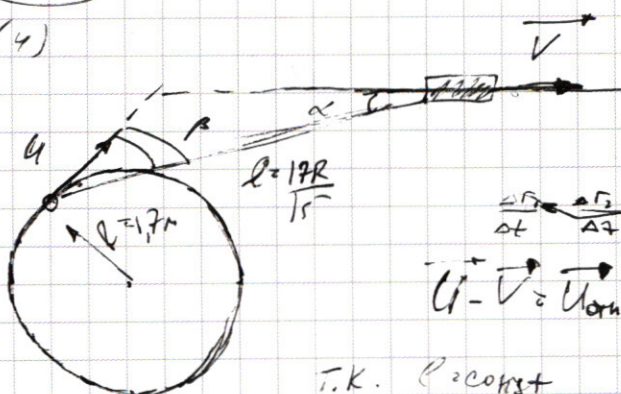


$$(\sigma \cdot \sin(\alpha + \beta))^2 + \sigma^2 \cos(\alpha + \beta)^2 \cdot t = V \cdot t$$

$$T = V$$

$$36 - 8 = 28(4)$$

$$36 - 28 = 8$$



$$\frac{\sigma_1}{\Delta t} = \frac{\sigma_2}{\Delta t} = T \cdot \pi \quad C = \text{const}$$

т.к. $C = \text{const}$
 концы движутся по окружности
 вокруг центра q в
 одном момент времени, чтобы отдалось

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

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

$$\cancel{Q} \quad A = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) =$$

$$A = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) p_1$$

$$Q = 2(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)$$

$$p_2 = p_1$$

$$A = \frac{Q}{4}$$

$$n = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{p_2 - p_1}{p_1 + p_2} = \max$$

$$\frac{p_2 - p_1}{p_1 + p_2} = \min$$

$$p_1 = 0$$

$$\frac{p_2 - p_1}{p_1 + p_2}$$

$$p_2 - p_1 = 2p_1 + 2p_2$$

