

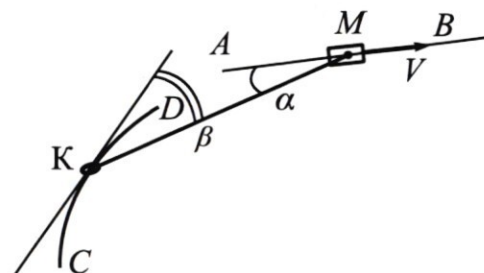
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-01

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка не принимаются.

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.

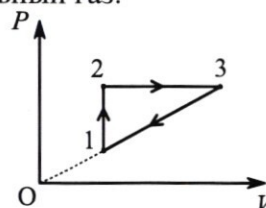
3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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.

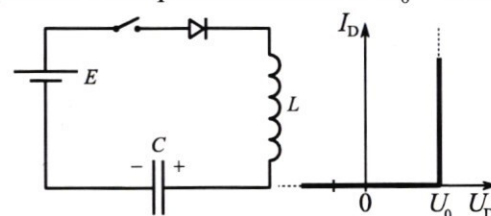
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

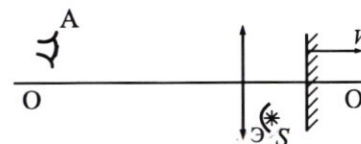


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана $\mathcal{E}$, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1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

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

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

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

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

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

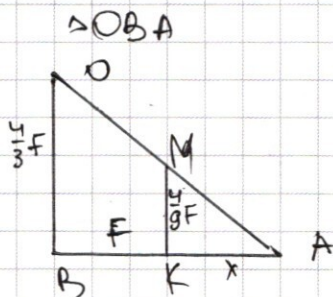
$$d = \frac{3}{2}F$$

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

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

$$\Gamma^2 = \frac{U_{\text{изод}}}{U_{\text{прв}}}$$

$$U_{\text{изод}} = \Gamma^2 \cdot U_{\text{прв}} = 4 \cdot 2V = 8V$$



$$\epsilon = \frac{MK}{BO} = \frac{BK}{BA} = \frac{\frac{1}{3}F}{\frac{4}{3}F} = \frac{x}{F+x} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{x}{F+x}$$

$$3x = F + x$$

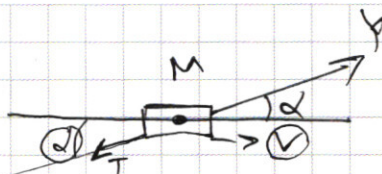
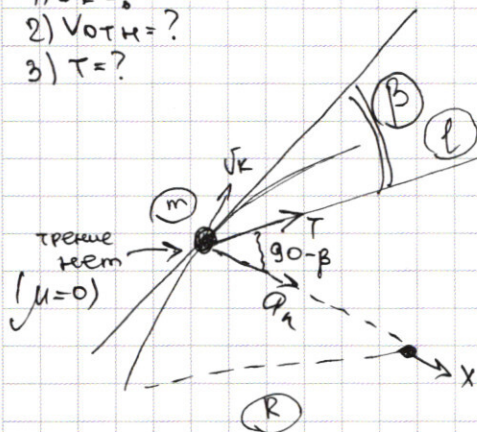
$$2x = F$$

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

$$\frac{\frac{5}{3}F}{3} = \frac{5}{9}F$$

$$\frac{3.5}{4} = \frac{1.5}{2} = \frac{7.5}{4}$$

- 1) $V_k = ?$
- 2) $V_{отн} = ?$
- 3) $T = ?$



15	17	64
-15	-17	-64
75	49	225
15	17	64
225	289	289

1) Муфта не имеет ускорение
Тогда кольцо не имеет
тангенциального ускорения,
т.к. кольцо и муфта
связаны нитью

У кольца есть только
нормальное ускорение

$$a_n = \frac{V_k^2}{R}$$

2 закон Ньютона для кольца на ОХ:

$$T \cdot \cos(90 - \beta) = m a_n$$

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

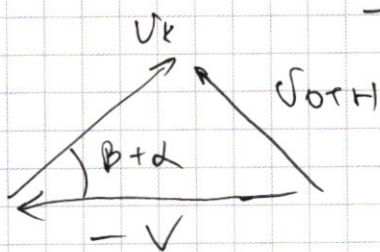
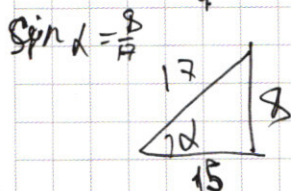
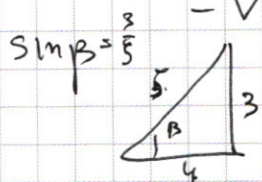
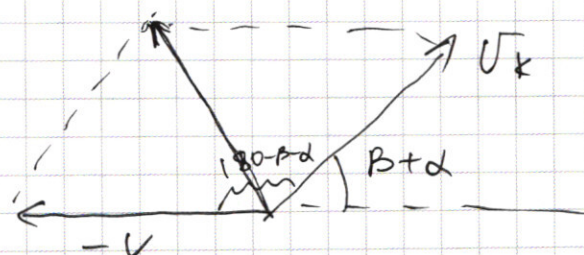
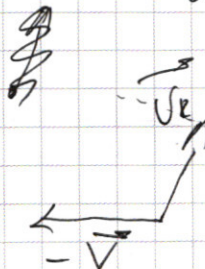
2) Т.к. в системе $M + m$ нет внешних
сил, то, проекции
на ось ОХ: скорости сохраняются

$$V \cdot \cos \alpha = V_k \cdot \cos \beta$$

$$V_k = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{4 \cdot 17} = \frac{17 \cdot 15 \cdot 5}{17} = 15 \cdot 5 = 75$$

3)

$$\vec{V}_{отн} = \vec{V}_k - \vec{V} = \vec{V}_k + (-\vec{V})$$



$$V_{отн}^2 = V_k^2 + V^2 - 2 V_k \cdot V \cdot \cos(\beta + \alpha)$$

$$V_{отн} = \sqrt{V_k^2 + V^2 + (\cos \beta \cdot \cos \alpha - \sin \beta \cdot \sin \alpha)}$$

$$V_{отн} = \sqrt{75^2 + 68^2 + \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} \right)}$$

$$\sqrt{(17-15)/(17+15)} = \sqrt{2 \cdot 32} = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 8} = 2 \cdot \sqrt{8} = 8$$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$68 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 68 \frac{10^{-4} \text{ км}}{3600 \text{ с}}$$

$$\frac{68 \cdot 36}{100} = \frac{17.36}{25}$$

$$1 \text{ км} = 1000 \text{ м} = 10000 \text{ см}$$

$$12 = 60 \text{ мин} = 60 \cdot 60 \text{ с}$$

$$12 = 3600 \text{ с}$$

$$1 \text{ с} = \frac{1}{3}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 5625 \\ + 4624 \\ \hline 10249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 5 \\ \hline 85 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10249 \\ \cdot 85 \\ \hline 51245 \\ 81692 \\ \hline 868165 \\ + 36 \\ \hline 868201 \end{array}$$

$$\frac{12}{17} - \frac{24}{85} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$$

$$= \frac{60 - 24 + 868165}{85} = \frac{868165 + 36}{85} =$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \cdot 5 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \cdot 60 \\ \hline 4080 \\ + 544 \\ \hline 4624 \\ + 5625 \\ \hline 10249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ \cdot 10249 \\ \hline 765 \\ 340 \\ 00 \\ \hline 85 \\ 871165 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 868201 \\ \cdot 85 \\ \hline 51245 \\ 81692 \\ \hline 868165 \\ + 36 \\ \hline 868201 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ + 36 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10249 \cdot 9 \\ \hline 9 \\ 12 \\ \hline 9 \\ 34 \\ \hline 181024 \\ 169 \\ \hline 100 \cdot 100 = 10000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 103 \\ \cdot 103 \\ \hline 0309 \\ 103 \\ \hline 10609 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 107 \\ \cdot 107 \\ \hline 749 \\ 000 \\ \hline 11449 \end{array}$$

$$\frac{12}{17} - \frac{24}{85} = \frac{36}{85}$$

$$\frac{36}{85} \cdot 2 \cdot 4 \cdot 15 = 36 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 15$$

$$\frac{85}{11}$$

$$\sqrt{871201} = 85$$

$$\frac{75}{15}$$

$$2 + 10 + 4 = 16$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \cdot 9 \\ \hline 1521 \end{array}$$

$$\Delta u_{13} = \frac{3}{2}$$

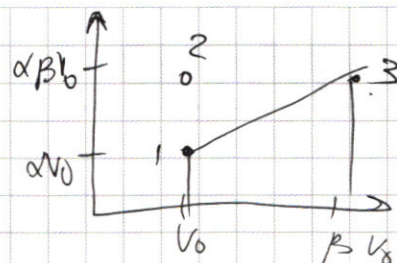
$$\begin{array}{r} 75 \\ \cdot 4 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \cdot 8 \\ \hline 288 \\ \cdot 15 \\ \hline 1440 \\ 288 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} \quad Q = C \Delta T$$

$$= Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$= \frac{3}{2} \alpha P V_0^2 - \frac{3}{2} \alpha V_0^2 = \frac{3}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1)$$



$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{5}{2} \alpha P V_0 (\beta V_0 - V_0) + \frac{3}{2} \alpha \beta^2 V_0^2 - \frac{3}{2} \alpha \beta V_0^2 =$$

$$= \alpha \beta V_0^2 (\beta - 1) + \frac{3}{2} \alpha \beta V_0^2 (\beta - 1) = \frac{5}{2} \alpha \beta V_0^2 (\beta - 1)$$

∴

$$Q_k = \frac{3}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1) + \frac{5}{2} \alpha \beta V_0^2 (\beta - 1) = \alpha V_0^2 (\beta - 1) \left[\frac{3}{2} + \frac{5}{2} \beta \right]$$

$$A_{23} = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} \alpha V_0 (\beta - 1) (\beta - 1) V_0 =$$

$$= \frac{1}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1)^2$$

$$A_{23} = \frac{1}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1)^2$$

$$Q = C \nu \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) =$$

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

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

$$= \frac{3}{2} V_0 \cdot \alpha V_0 (\beta - 1) + \frac{5}{2} \alpha \beta V_0 \cdot V_0 (\beta - 1) =$$

$$= \frac{3}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1) + \frac{5}{2} \alpha \beta V_0^2 (\beta - 1) = \frac{1}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1) \left[\frac{3}{1} + \frac{5\beta}{1} \right] = \frac{\beta - 1}{3 + 5\beta}$$

$$PV = \nu RT$$

$$T = \frac{PV}{\nu R}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$$

∴

∴

$$1 - \frac{T_x}{T_H} = 1 - \frac{T_1}{T_3} = 1 - \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = 1 - \frac{\sqrt{V_1^2}}{\sqrt{V_2^2}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$E = \frac{\delta}{3\epsilon_0} = \frac{\rho}{2\epsilon_0 S}$

$U_0 = 0$

$U = Ed$

$F_{ЭП} = ma$

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

$0Y = 2ay \cdot (d - \frac{1}{4}d) = v_1^2 - 0$

$v_1 = \sqrt{2ay \cdot d \cdot \frac{3}{4}} = \sqrt{\frac{3}{2} d \cdot \frac{Eq}{m}}$

$0Y: v_1 = 0 + at = \frac{Eq}{m} t$

$E = \frac{U}{d} = \frac{\epsilon_0 S}{d^2}$

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

$Q = CU$

$1) \begin{cases} F_{ЭП} = ma \\ F_{ЭП} = Eq \end{cases} \Rightarrow a = \frac{Eq}{m} = Er$

$2) y_K - y_H = v_{0y} \cdot T + \frac{a_y T^2}{2}$

$d - \frac{1}{4}d = 0 + \frac{ErT^2}{2}$

$\frac{3}{4}d = \frac{ErT^2}{2}$

$E = \frac{3d}{2rT^2}$

$a = \frac{3d}{2rT^2}$

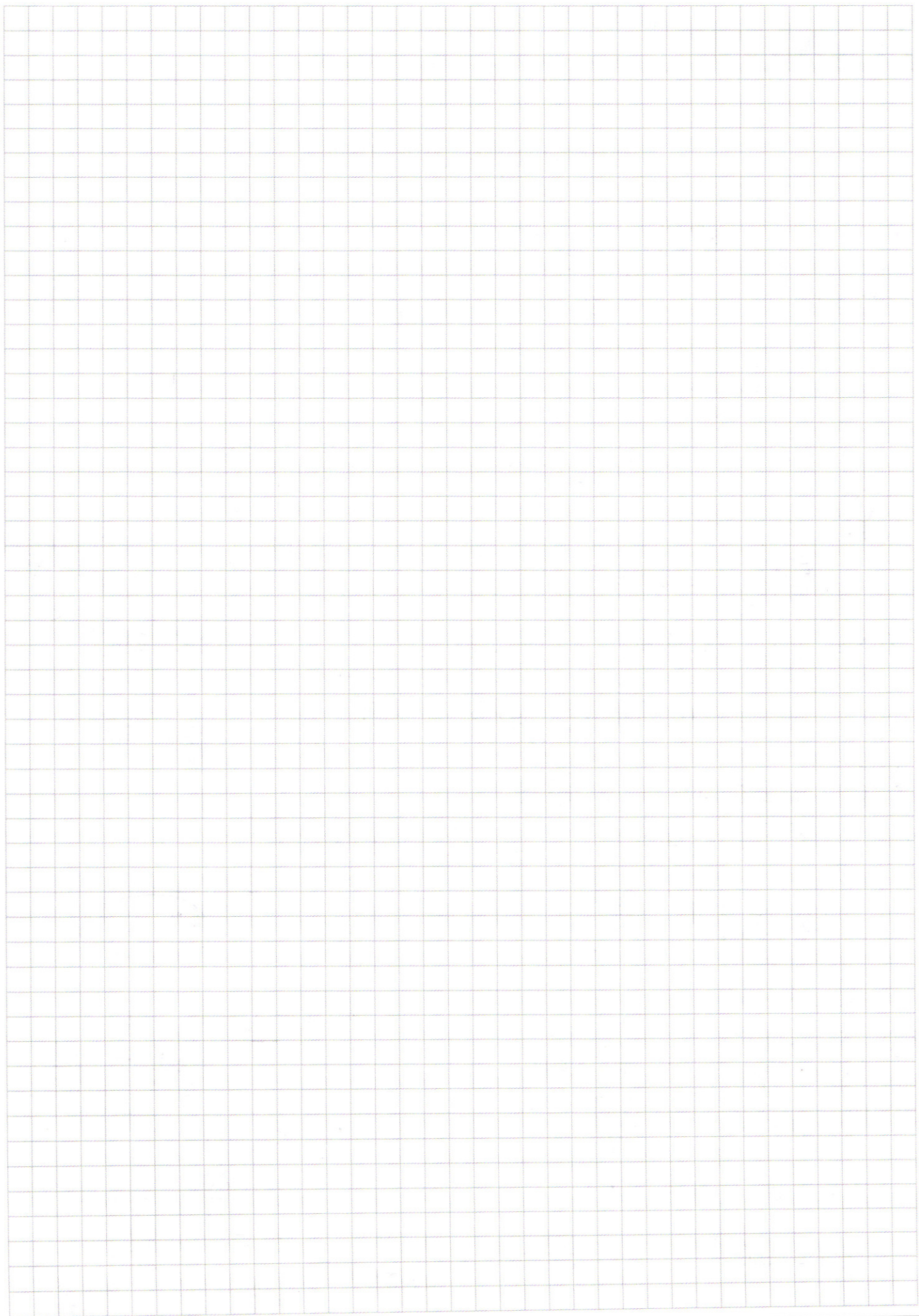
$3) 0Y: v_1 = 0 + aT = \frac{3d}{2T^2} \cdot T = \frac{3d}{2T}$

$4) Q = CU$

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

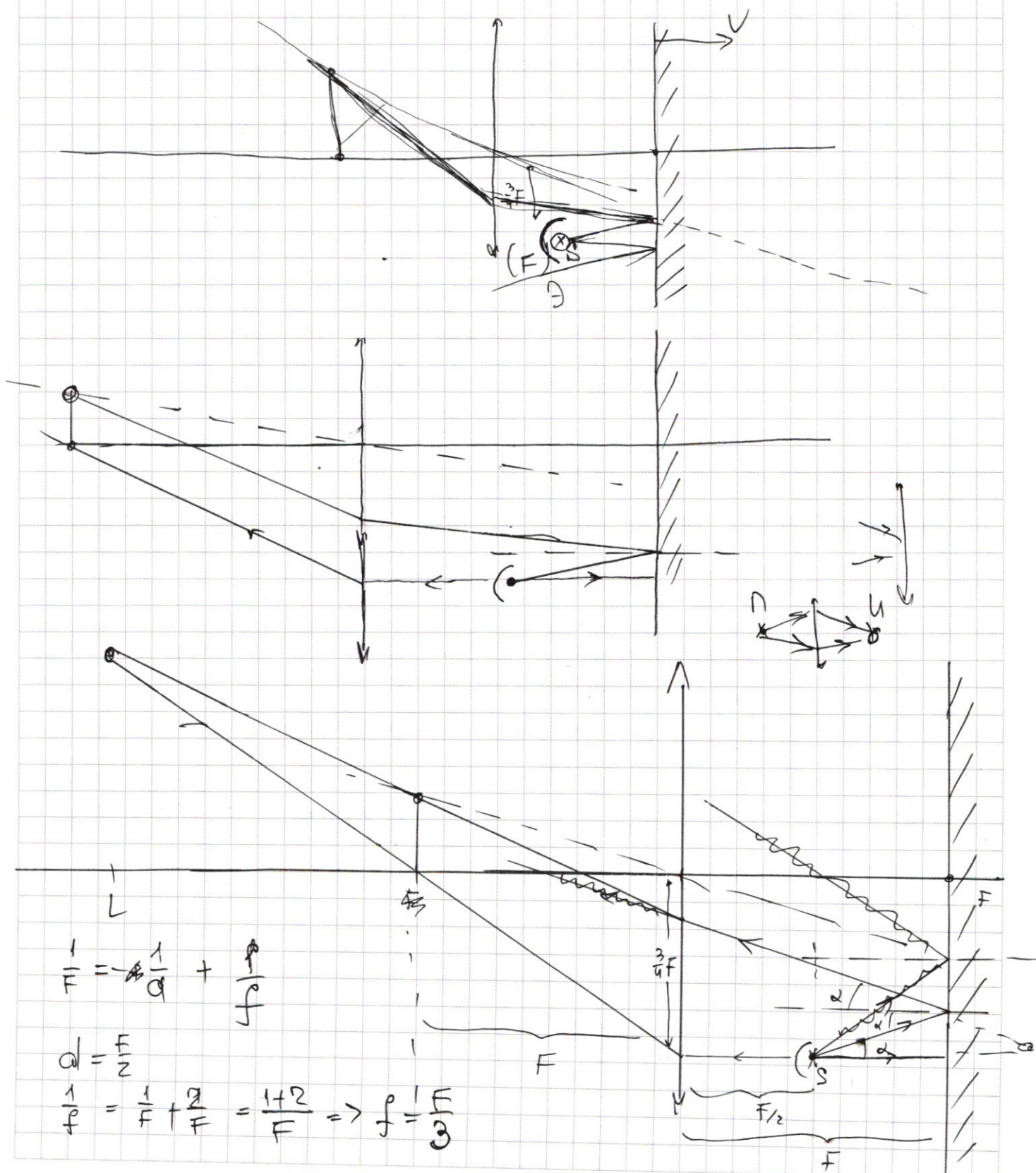
$U = E \cdot d = \frac{3d^2}{2rT^2}$

$Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot \frac{3d^2}{2rT^2} = \frac{3\epsilon_0 Sd}{2rT^2}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

25



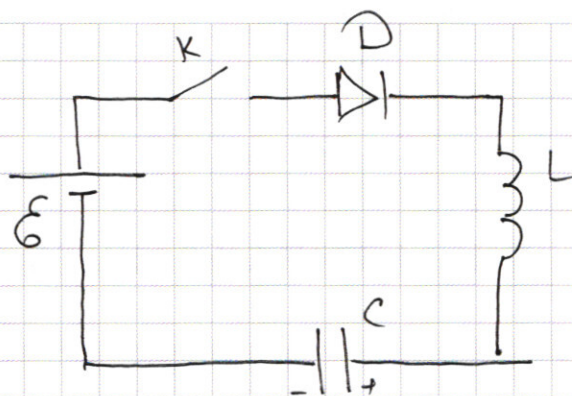
$$\mathcal{E} = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



1) $I(t)$

$$U(t) = C I'(t)$$

конденсатор

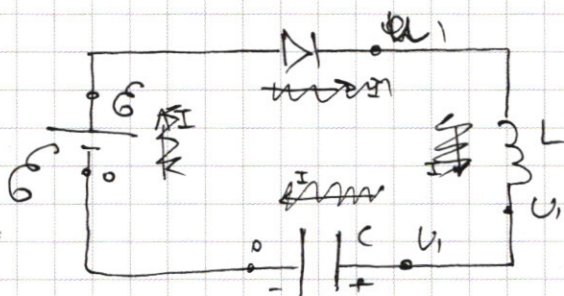
1) сразу после замыкания ключа.

U_C не поменяются скачком
 I_L



$$I_L = 0$$

$$U_C = U_1 = 5 \text{ В}$$



2) предположим, что диод открыт, тогда $I_D > 0$; $U_D \neq 0$

$$\varphi_1 - \mathcal{E} = U_0$$

скорость возрастания тока - это его производная

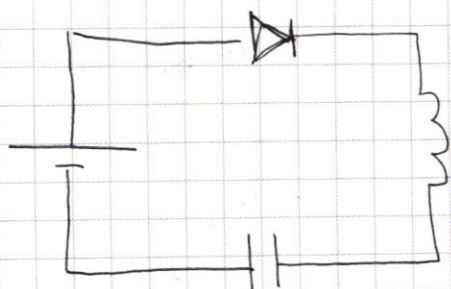
$$U(t) = C I'(t)$$

$$I'(t) = \frac{U(t)}{C} = \frac{U_1}{C}$$

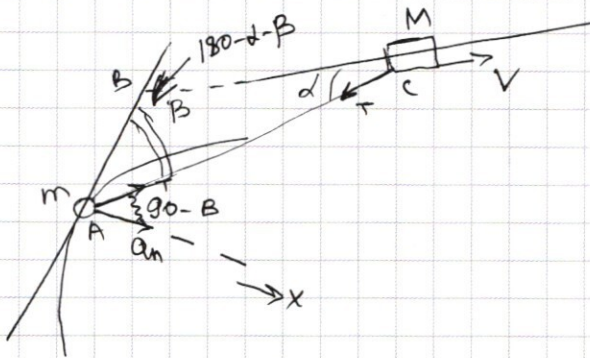
3) После установления стационарного режима

$$I_C = 0$$

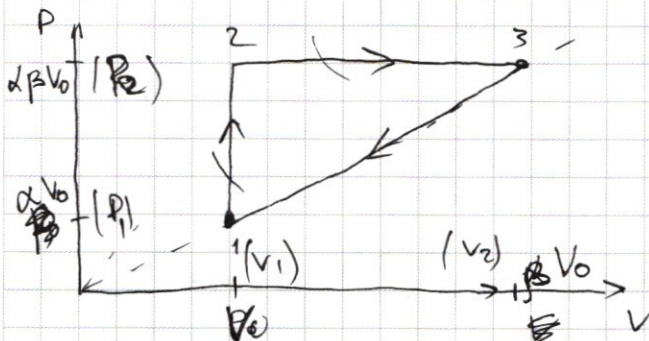
$$U_L = 0$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $ma_n = m \frac{v^2}{R} = \frac{T}{\cos(90 - \beta)}$
Ох:



$P_0 = \alpha V_0$

повышение
давления

температ газа происхо
на участках: 12 и 23

~~изохорный участок~~

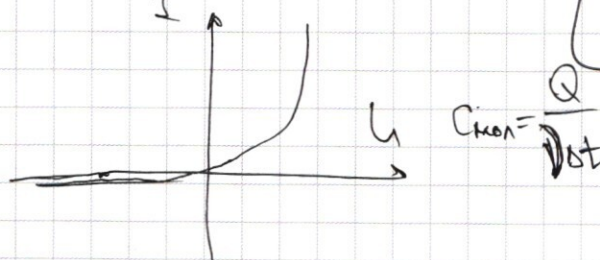
$$\frac{C_v}{C_p} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R + \frac{5}{2}R} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{5}{2} + \frac{5}{2}} = \frac{3}{5}$$

ОТКРЫТ
 $I \gg 0$

$u \neq 0$

ЗАКРЫТ
 $I < 0$

$u = 0$



$C_{\text{пол}} = \frac{Q}{\Delta t}$

$Q = \Delta U + A$

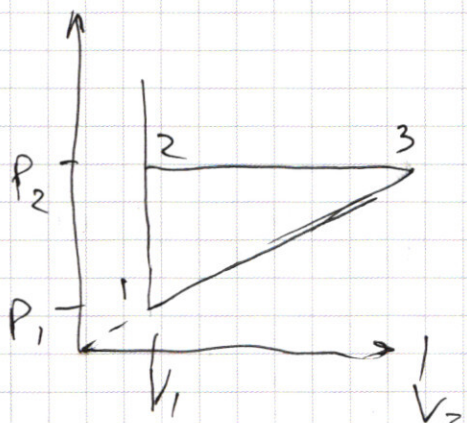
$Q =$

$$\begin{aligned} \frac{Q_{23}}{A_{23}} &= \frac{A_{23} + \Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{P_2(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}R(T_3 - T_2) + \frac{3}{2}P(V_2 - V_1)}{P_2(V_2 - V_1)} \\ &= \frac{P_2(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}P_2(V_2 - V_1)}{P_2(V_2 - V_1)} = 1 + \frac{3}{2} = \frac{5}{2} \end{aligned}$$

$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2}(\beta V_0 - V_0)(\beta \alpha V_0 - \alpha V_0) = \frac{1}{2}V_0(\beta - 1)(\beta - 1)\alpha V_0 = \frac{1}{2}V_0^2 \alpha (\beta - 1)^2$$

$$\begin{aligned}
 Q_H &= Q_{12} + Q_{23} = \Delta u_{12} + \Delta u_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \\
 &+ \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \cancel{\alpha \beta V_0^2} \alpha \beta V_0^2 / (\beta - 1) = \\
 &= \frac{3}{2} (\alpha \beta V_0^2 - \alpha V_0^2) + \frac{3}{2} (\alpha \beta^2 V_0^2 - \alpha \beta V_0^2) + \alpha \beta V_0^2 / (\beta - 1) = \\
 &= \frac{3}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1) + \frac{3}{2} \alpha \beta V_0^2 (\beta - 1) + \alpha \beta V_0^2 (\beta - 1) = \\
 &= \alpha V_0^2 (\beta - 1) \left(\frac{3}{2} + \frac{3}{2} \beta + \beta \right) = \\
 &\quad \frac{3}{2} + \frac{5}{2} \beta
 \end{aligned}$$



$$P_1 = \alpha V_1$$

$$P_2 = \alpha V_2$$

$$P_1 - P_2 = \alpha (V_1 - V_2)$$

$$A_{23} = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1)$$

$$Q_{12} = \Delta u_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

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

$$Q_{23} = \Delta u_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + P_2 (V_2 - V_1) =$$

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

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

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

$$= \frac{3}{2} V_1 \alpha (V_2 - V_1) - \frac{5}{2} P_2 (V_1 - V_2) =$$

$$= \frac{1}{2} (V_1 - V_2) (3 V_1 \alpha - 5 P_2)$$

$$\frac{A_{23}}{Q} = \frac{(P_2 - P_1) (V_2 - V_1)}{(5 P_2 - 3 \alpha V_1) (V_2 - V_1)}$$

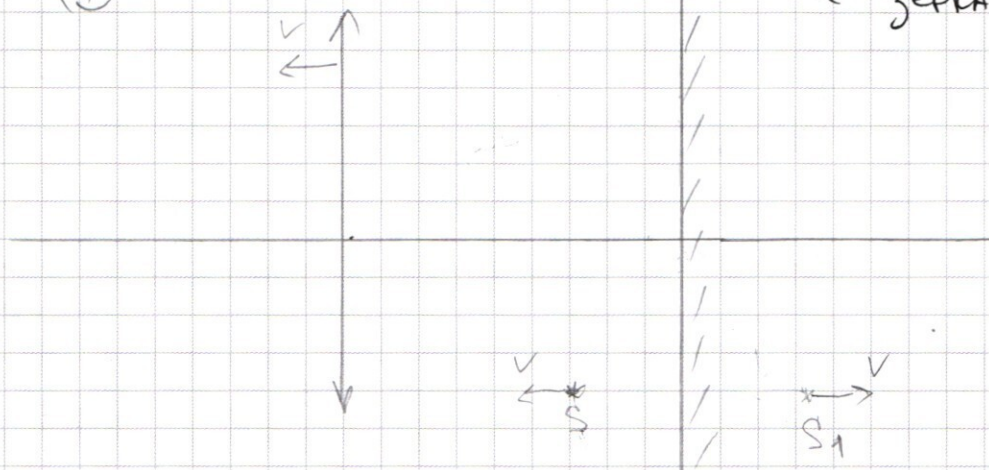
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

продолжение

№5

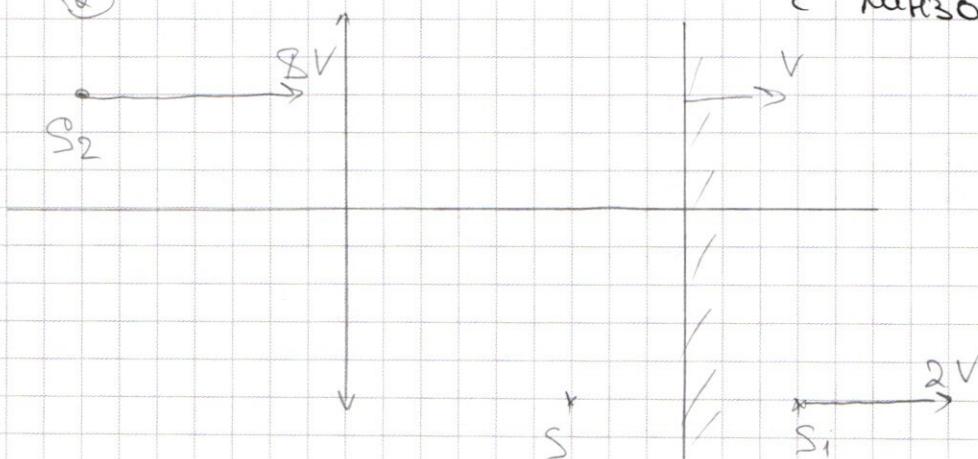
①

ИСО связана
с зеркалом



②

ИСО связана
с линзой



- Определяем скорость S_2

$$\Gamma_n^2 = \frac{U_2}{U_1}$$

$$U_2 = \Gamma_n^2 \cdot U_1 = 2^2 \cdot 2V = 8V$$

- Предмет имеет только горизонтальную скорость, тогда изображение имеет только горизонтальную скорость. ($\sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0$)

Эти скорости в ИСО линзы сонаправлены

Ответ: 1) $f = 3F$; 2) $\sin \alpha = 0$; 3) $U_2 = 8V$

№4

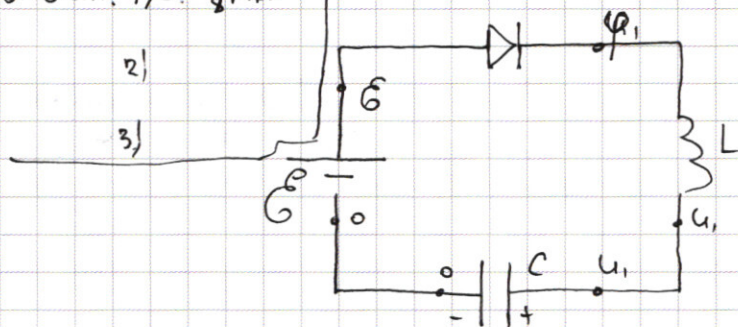
1) ~~До~~ сразу после замыкания ключа ($t=0$)
 I_C и I_L не меняются скачком

$$I_L = 0; U_C = U_1 = 5V$$

Ответ: 1) $I' = \frac{1}{3} \text{ мкА}$

Воспользуемся методом узловых потенциалов

$$U_D = \epsilon - U_1 =$$



Скорость возрастания тока - это его производная по времени

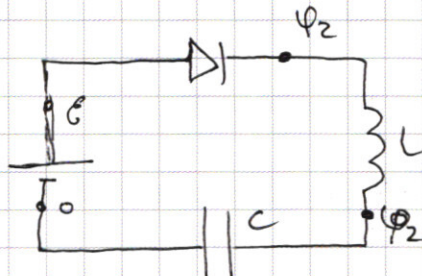
$$U(t) = C I'(t)$$

$$I'(t) = \frac{U(t=0)}{C} = \frac{U_1}{C} = \frac{5}{40 \cdot 10^{-6}} = \frac{1}{8 \cdot 10^{-6}} \text{ А} = \frac{1}{3} \text{ мкА}$$

2) В установившемся режиме ($t=t_{уст}$)

$$I_C = 0 \\ U_L = 0$$

Воспользуемся методом узл. потенциалов



$$I_C = 0 \Rightarrow$$

ток в цепи равен нулю, т.к.

все элементы связаны последовательно.

$$\text{Если } I_D = 0, \text{ то } U_D \neq 0 \quad U_D = U_C = 1V \Rightarrow \epsilon - \varphi_2 = U_C \Rightarrow \varphi_2 = 8V.$$

После размыкания ключа I_C не изменится скачком $U_2 = U_*$.

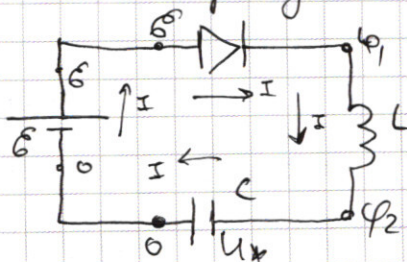
3) Рассмотрим переходный процесс от $t=0$ до $t=t_{уст}$

$$A\delta = \epsilon I_*$$

~~До~~

$$U_2 = U_*$$

$$U_2 = U_*$$



По закону сохранения:

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

$$W(t_{уст}) = \frac{C U_*^2}{2} + \frac{L I_*^2}{2}$$

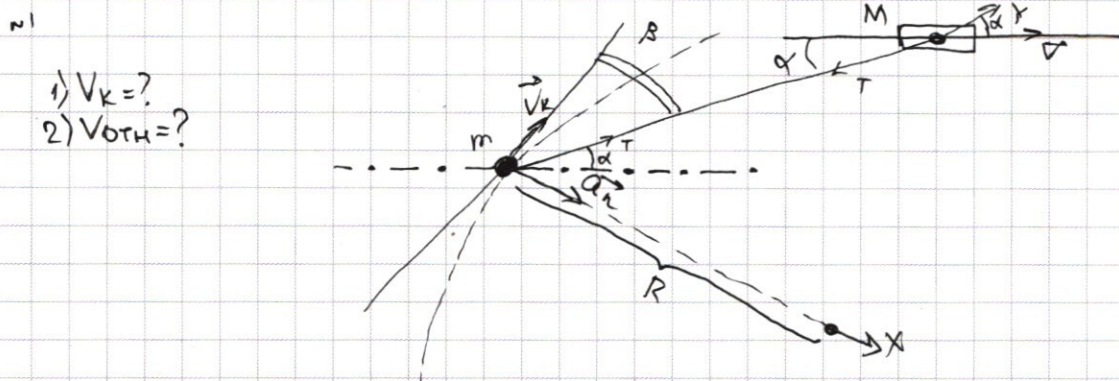
$$W(t=0) = \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{2\epsilon I_* - C U_1^2 - L I_*^2}{C}} = U_*$$

$$\epsilon I = \frac{C U_1^2}{2} + \frac{C U_*^2}{2} + \frac{L I_*^2}{2}$$

$$U_* = \sqrt{\frac{I_* (2\epsilon - L I_*)}{C} - U_1^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



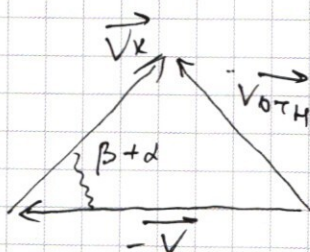
- 1) Муфта не имеет ускорение $\Rightarrow$ кольцо не будет иметь тангенциальное ускорен, т.к. оно связано нитью с муфтой

Система „m + M“ не имеет внешних некомпенсирован. сил $\Rightarrow$ Тогда проекция ~~скоростей~~ скоростей на ось Oy (проходящую через нить) будет одинаковой:

$$Oy: V \cdot \cos \alpha = V_k \cdot \cos \beta$$

$$V_k = \frac{V \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$2) \vec{V}_{отн} = \vec{V}_k - \vec{V} = \vec{V}_k + (-\vec{V})$$



$$|\vec{V}_{отн}|^2 = |\vec{V}_k|^2 + |-\vec{V}|^2 - 2|\vec{V}_k||-\vec{V}| \cdot \cos(\beta + \alpha)$$

$$V_{отн} = \sqrt{V_k^2 + V^2 - 2 \cdot V_k \cdot V \cdot (\cos \beta \cdot \cos \alpha - \sin \beta \cdot \sin \alpha)}$$

$$V_{отн} = \sqrt{68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} \right)}$$

(*)

~~$V_{отн} =$~~

~~82,1201~~

- 3) 2 закона Ньютона для „m“ на ось Ox

$$Ox: T \cos(90 - \beta) = m a_n$$

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

$$T = m \frac{V_k^2}{R \cdot \sin \beta} = 0,1 \cdot \frac{75^2}{1,9 \cdot 3/5} = \frac{15 \cdot 5}{2 \cdot 3 \cdot 1,9} = \frac{15 \cdot 5}{2 \cdot 1,9} \approx \frac{75}{4} \approx 18,9 \text{ Н.}$$

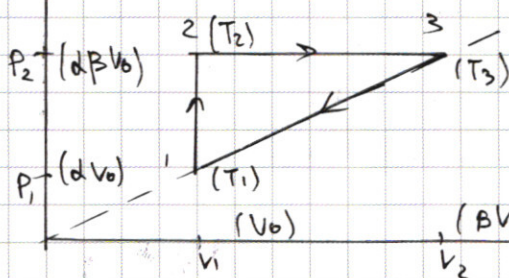
Ответ: а) $V_k = \frac{V \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

б) Выраз (*)

$$в) T = \frac{m V_k^2}{R \cdot \sin \beta} \approx 18,9 \text{ Н}$$

№2

Вопрос 13: $P = \alpha V$



1) Повышение температуры, происходящее на участках 12 и 23

$$C_{12} = C_V = \frac{5}{2} R$$

$$C_{23} = C_P = \frac{5}{2} R + \frac{1}{2} R$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{5}{2} R + \frac{1}{2} R} = \frac{5}{6}$$

$$2) \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{A_{23} + \Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{P_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \alpha R (T_3 - T_2)}{P_2 (V_2 - V_1)} =$$

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

$$3) \eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_X|}{Q_H}$$

$$Q_X = Q_{31}$$

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

Для этого пункта обозначим P_1, P_2, V_1, V_2 как показано на рисунке

$$Q_X = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \alpha V_0^2 - \frac{3}{2} \alpha \beta^2 V_0^2 + \left(-\frac{1}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1)^2 \right) =$$

$$= \frac{3}{2} \alpha V_0^2 (1 - \beta^2) + \frac{1}{2} \alpha V_0^2 (1 - \beta^2) = \frac{1}{2} \alpha V_0^2 (1 - \beta^2) (3 + 1) =$$

$$= 2 \alpha V_0^2 (1 - \beta^2) = -2 \alpha V_0^2 (\beta^2 - 1)$$

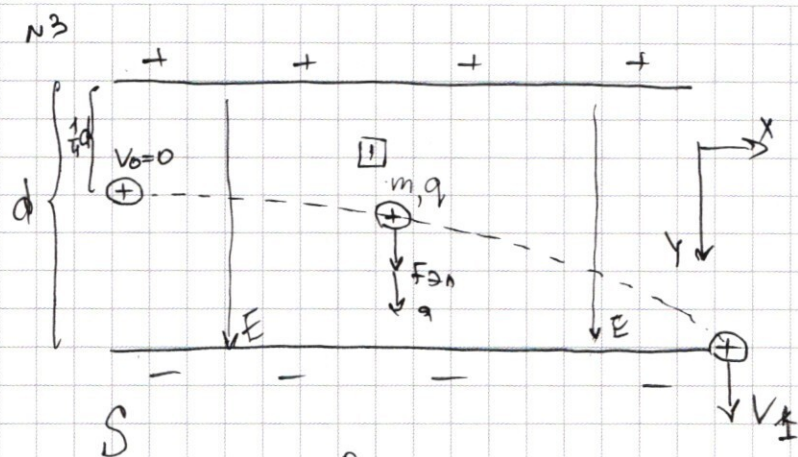
$$Q_H = \frac{3}{2} \alpha R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \alpha R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \alpha V_0 \alpha V_0 (\beta - 1) + \frac{5}{2} \alpha \beta V_0 \alpha V_0 (\beta - 1) =$$

$$= \frac{3}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1) + \frac{5}{2} \alpha \beta V_0^2 (\beta - 1) = \frac{1}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1) (3 + 5\beta)$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_X|}{Q_H} = 1 - \frac{2 \alpha V_0^2 (\beta^2 - 1)}{\frac{1}{2} \alpha V_0^2 (\beta - 1) (3 + 5\beta)} =$$

Ответ: 1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{5}{6}$; 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Рассмотрим силы действующие на заряд в произвольный момент $\boxed{1}$

1) ОУ: $F_{Эл} = ma$
 $E \cdot q = ma$

$$a = \frac{Eq}{m} = Ey = \text{const.}$$

3) $a = \frac{3d}{2\gamma T^2} \cdot \gamma = \frac{3d}{2T^2}$

4) ОУ: $v_1 = 0 + aT$

$$v_1 = \frac{3d}{2T}$$

5) $Q = CU, \text{ где}$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \quad \text{при } \epsilon = 1$$

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

$$U = Ed = \frac{3d^2}{2\gamma T^2}$$

$$Q = \frac{3d^2}{2\gamma T^2} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{3d\epsilon_0 S}{2\gamma T^2}$$

2) ОУ: $d - \frac{1}{4}d = v_{0y} \cdot T + \frac{ayT^2}{2}$

$$\frac{3}{4}d = \frac{ay \cdot T^2}{2}$$

$$\frac{3}{2}d = EyT^2 \Rightarrow E = \frac{3d}{2\gamma T^2}$$

6) Электрическое поле существует только внутри обкладок конденсатора (вектор E показан на рисунке)

Когда частица вылетает из конденсатора поля нет $\Rightarrow$ нет сторонних сил.

Тогда она будет сохранять постоянную скорость.

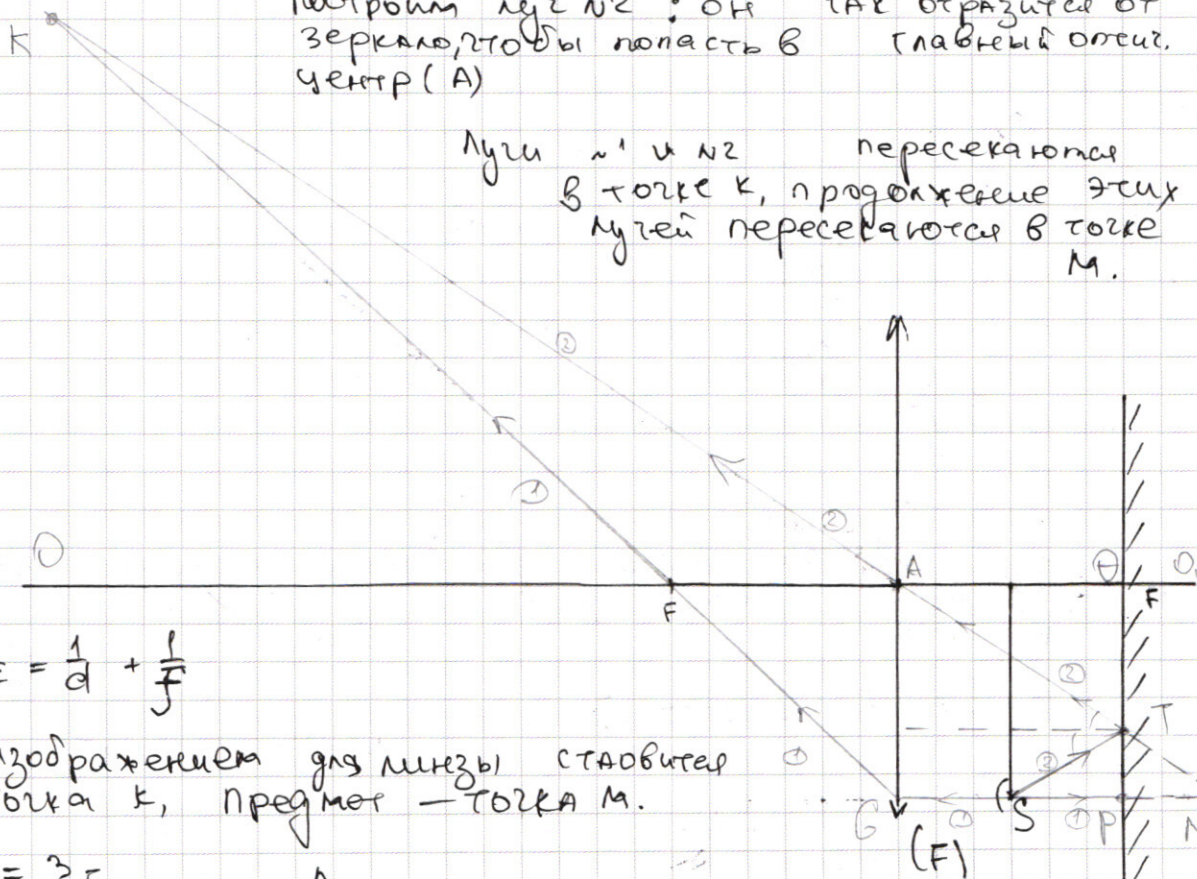
$$v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$; 2) $Q = \frac{3d\epsilon_0 S}{2\gamma T^2}$; 3) $v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$

1) Построим луч n_1 он перпендику падает на зеркало, отражается, попадает на линзу, параллельно $OO_1 \Rightarrow$ он пройдет через фокус.

Построим луч n_2 : он так отразится от зеркала, чтобы попасть в главный оптич. центр (A)

Лучи n_1 и n_2 пересекаются в точке K, продолжение этих лучей пересекаются в точке M.

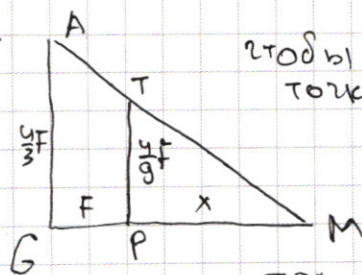


$$2) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

Изображением для линзы становится точка K, предмет — точка M.

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

$\Leftarrow$



$\triangle AGM \sim \triangle TPM$

$$\frac{\frac{4}{3}F}{\frac{4}{3}F} = \frac{x}{Fx} \Rightarrow x = \frac{F}{2} \Rightarrow d = F + \frac{F}{2} = \frac{3}{2} F$$

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

3) (Рисунки на стр 25)

- Переходим в СО зеркала ($\Gamma_{\text{зерк}}=1$) определяем скорость изображ. S_1 (оно складывается скор. V)
- Переходим в СО линзы ($\Gamma_l = \frac{f}{d} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = 2$) S_1 — предмет; S_2 — изображение.

Продолжение

находится

на стр 5.