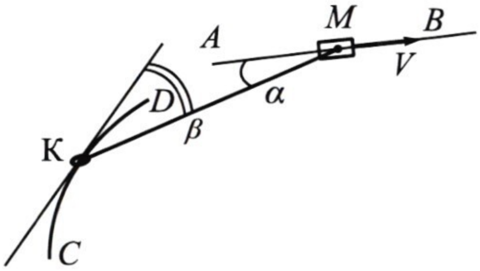
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

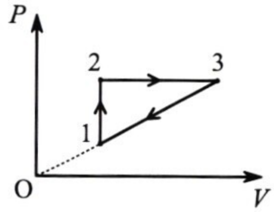
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К 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 $\alpha (\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 4/5)$ 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.



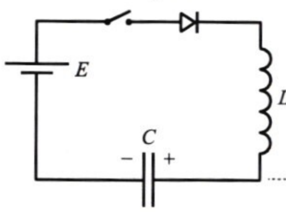
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

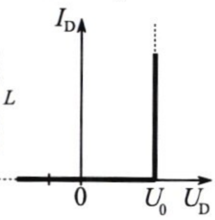
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная 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.

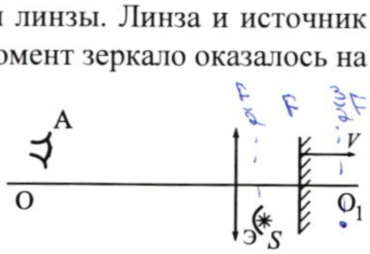
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 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 $3F/4$ 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 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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача (1)

Дано:

$m = 0{,}1$ кг

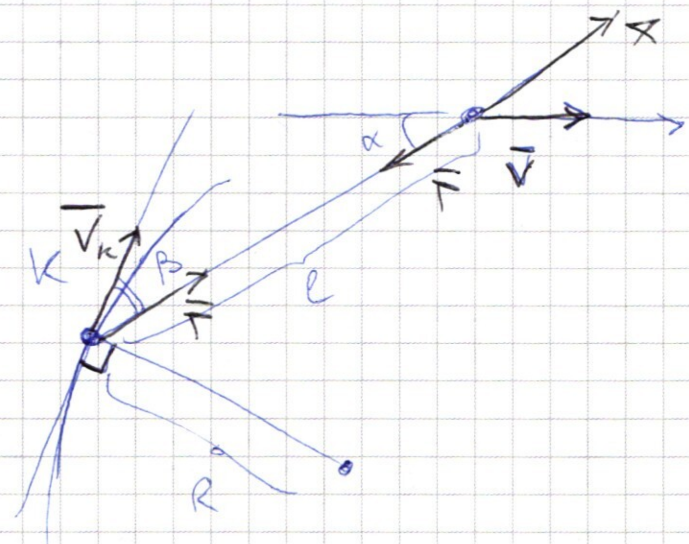
$V = 68$ см/с $= 0.68\ \frac{м}{с}$

$l = \frac{5}{3}R$

$R = 1.9$ м

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

$\cos\beta = \frac{4}{5}$



обозначения:

$V_к$ – скорость кольца

T – сила натяжения нити

$a_ц$ – а центростремительное

(1) l – const, то есть проекция $\bar{V}$ на ось X = проекции $V_к$ на ось X

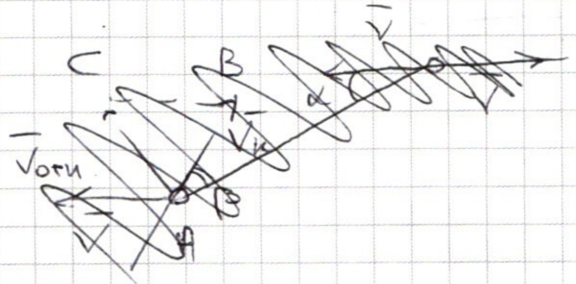
(2) $V_к \cos\beta = V\cos\alpha$

(3) $V_к = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 0.68 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 0{,}75\ \frac{м}{с}$

(4) чтобы найти скорость кольца относительно муфты, перейдем в систему отсчёта связанную с муфтой

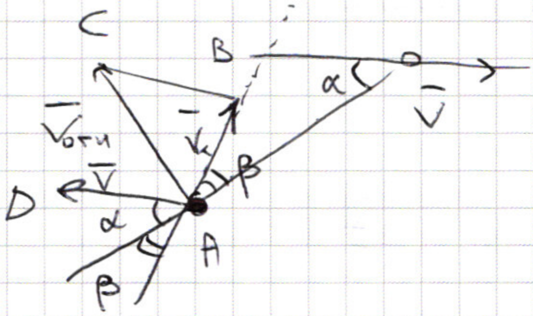
$V_м = \bar{V} - \bar{V} = 0$ (это такая система в которой $\bar{V}_{муфты} = 0$)

$\bar{V}_к - \bar{V} = V_{отн}$ $\quad V_{отн}$ – скорость кольца относительно муфты



$\angle BAD = 180 - \alpha - \beta$

$\angle CBA = 180 - \angle BAD = \alpha + \beta$



По теореме косинусов:

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

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

Из главного тригонометрического ~~тождеств~~ свойства следует, что

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} = \frac{60-28}{17\cdot 5} = \frac{36}{17\cdot 5}$$

$$V_{отн}^2 = \left(\frac{3}{4}\right)^2 + \left(\frac{17}{25}\right)^2 - 2\frac{36}{17\cdot 5}\cdot\frac{17}{25}\cdot\frac{3}{4} = \frac{9}{16} + \frac{289}{625} - \frac{216}{500} =$$

$$= \frac{9}{16} + \frac{289}{625} - \frac{270}{625} = \frac{9}{16} + \frac{19}{625} = \frac{5929}{10000} = \left(\frac{77}{100}\right)^2$$

$$V_{отн} = \frac{77}{100}\,\frac{м}{с} = 77\,\frac{см}{с}$$

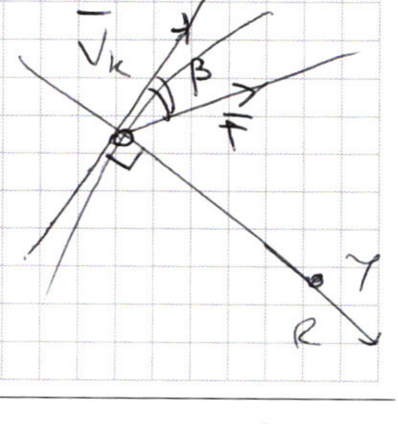
кольцо движется по окружности радиуса R =>

=> $a_y = a_{центростремительное} = \frac{V_k^2}{R}$

2ой закон Ньютона на ось y:

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

$$T = \frac{0.1\cdot\left(\frac{3}{4}\right)^2}{1.9\cdot\frac{3}{5}} = \frac{15}{304}\,H$$



☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача (1) Продолжение

Ответ: $V_к = 0.75 \frac{м}{с}$ $75 \frac{см}{с}$

$V_{отн} = 0.77 \frac{м}{с}$ $77 \frac{см}{с}$

$T = 0.0493$ Н

Задача (2)

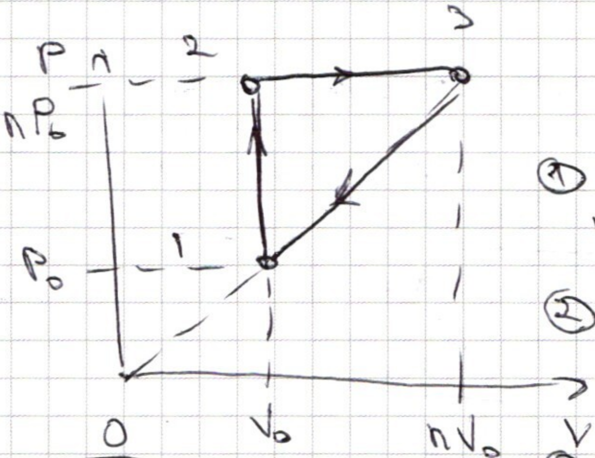
Дано:

$\frac{C_{23}}{C_{12}} = ?$

$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$

$\eta_{макс} = ?$

$i=3$ т.к. газ одноатомный



$\boxed{\nu - const}$

обозначения

(1) C_{12} - молярная теплоемкость в процессе 12

(2) C_{23} - молярная теплоемкость в процессе 23

(3) Q_{23} - подведенное к газу тепло на участке 23

(4) A_{23} - работа газа на участке 23

(5) $\eta_{макс}$ - КПД максимальный

~~i - коэффициент~~

(1) Найдем участки на которых возрастала температура

$12: \begin{cases} V = const \\ PV = \nu RT \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{T} - const$

т.к. P возрастает, то и T возрастает

$23: \begin{cases} P - const \\ PV = \nu RT \end{cases} \Rightarrow \frac{V}{T} - const$

т.к. V возрастает, то и T возрастает

$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu \Delta T} = \frac{A_{12} + \Delta U_{12}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{\cancel{A_{12}}\Delta U_{12}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{3}{2}R$

$\Delta \cancel{V_{12}} = 0 \quad A_{12} = 0$

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

$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu(T_3 - T_2)} = \frac{A_{23} + \Delta U_{23}}{\nu(T_3 - T_2)} = \frac{nP_0(n-1)V_0 + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)}{\nu(T_3 - T_2)} =$

$\boxed{n^2 P_0 V_0 - nP_0V_0 = \nu RT_3 - \nu RT_2 = \nu R(T_3 - T_2)}$

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

$Q_{12} + Q_{23} = Q_н$

$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{5R}{2}}{\frac{3R}{2}} = \frac{5}{3}$

$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \cancel{\frac{A_{23} + \Delta U_{23}}{A_{23}}} \quad \cancel{\frac{\nu(T_3 - T_2)\frac{5}{2}R}{}} \quad \frac{C_{23}\nu(T_3 - T_2)}{\nu R(T_3 - T_2)} = \frac{C_{23}}{R} = \frac{5}{2}$

$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23}}{A_{газа}} = \frac{(n-1)^2 P_0V_0 \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}P_0V_0(n-1)(3 + 5n)}$

$A_{газа}$ – площадь $\Delta 123 = \frac{(n-1)^2 P_0 V_0}{2}$

$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(n-1)P_0V_0$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}P_0V_0 n(n-1) + \cancel{\frac{3}{2}}P_0V_0 n(n-1) = \frac{5}{2}P_0V_0 n(n-1)$

$\eta = \frac{n-1}{3+5n}$ ~~при~~ $\eta' = \frac{4}{(5n+3)^2} > 0$ всегда $\Rightarrow$

$\eta_{(n)}$ – возрастающая функция, то есть $\eta_{макс}$ при $n_{макс}$

$\eta_{макс} \lim_{n \to \infty} \to \frac{1}{5} = 20\%$

---

⑥ Q_{12} – тепло подведенное на 12

⑦ A_{12} – работа газа на 12

⑧ ΔU_{12} – изм. внутр. энергии газа на 12

⑨ i – кол-во степеней свободы

⑩ n – коэф пропорциональности

⑪ $Q_н$ – подведённое в цикле тепло

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача ② Продолжение

Ответ: $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$ $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$ $\eta_{макс} = \frac{1}{5}$

Задача ③

Дано:

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

S

τ

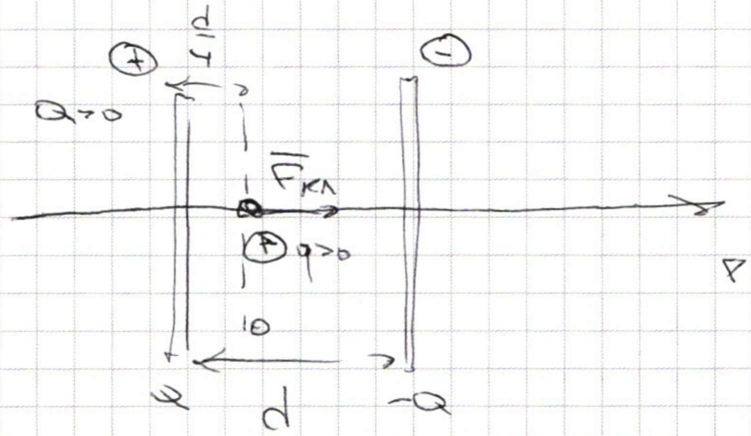
d

$d \ll \sqrt{S}$

$v_1 = ?$ м/с

$v_2 = ?$ м/с

$Q = ?$ Кл



① В пространстве ~~снаружи~~ между пластинами конденсатора вблизи оси симметрии каждая из пластин создаёт эл. поле E

② $2Eq = F_{кл}$

2 закон Ньютона на ось x:

③ ~~$F_{кл} = 2Eq \Rightarrow$~~

$F_{кл} = ma_x = 2Eq \Rightarrow a_x = 2E\frac{q}{m} = 2E\gamma$

④ частица движется равноускоренно поэтому

$x(t) = \frac{a_x t^2}{2}$ $x(\tau) = \frac{3}{4}d = \frac{a_x \tau^2}{2}$

$\frac{3}{4}d = 2E\gamma\frac{\tau^2}{2} \Rightarrow E = \frac{3d}{4\gamma\tau^2}$

$E_{пластины} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} \Rightarrow Q = 2\varepsilon_0 S E$

ε_0 – эл. константа

σ – поверхностная площадь зарядов

$E_{вне\ конд.}$ – поле вне пространства конденсаторов

$Q = 2\varepsilon_0 S \cdot \frac{3d}{4\gamma T^2} = \frac{3\varepsilon_0 S d}{2\gamma T^2}$

$$\begin{cases} \frac{3}{4}d = \frac{a_* T^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{4}d = \frac{VT}{2} \Rightarrow V_1 = \frac{3d}{2T} \\ a_* T = V_1 \end{cases}$$

$V_{2(t)} = V_1 + a_1 t$

$a_1 = E_{вне\ конд.} \gamma$

$E_{вне\ конд} = 0 \Rightarrow a_1 = 0$, тогда $V_{2(t)} = V_1 + 0 = V_1$

Ответ: $V_1 = \frac{3d}{2T}$ $V_2 = \frac{3d}{2T}$

$Q = \frac{3\varepsilon_0 S d}{2\gamma T^2}$

Задача ④

Дано:

$E = 9В$

$U_0 = 1В$

$U_1 = 5В$

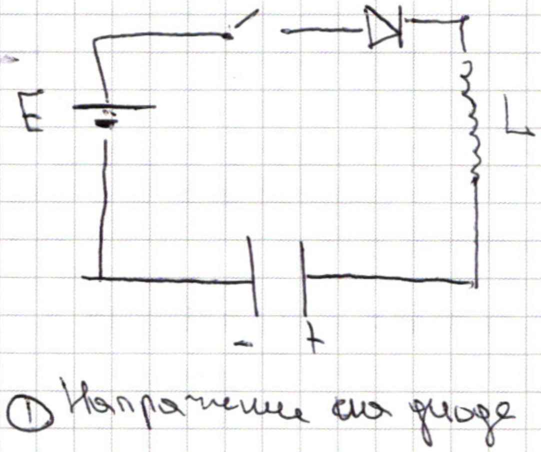
$C = 40 \cdot 10^{-6} Ф$

$L = 0.1\ Гн$

$I'_{4}(t=0) = ?\ \frac{A}{c}$

$I_{макс} = ?\ A$

$U_2 = ?\ В$



① Напряжение на диоде сразу после замыкания ключа установится пороговое то есть:

$E - U_1 = U_0 + I'L$

$I'_4 = \frac{E - U_1 - U_0}{L} = \frac{9-5-1}{0.1} = 30\ \frac{A}{c}$

обозначения

$I_{макс}$ – максимальный ток в цепи после замыкания

$I_{(t)}$ – ток в цепи

I_4 – начальный ток в цепи

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4 Продолжение

2 если I становится максимальным то:

$I' = 0$, а следовательно $U_L = I'L = 0$

3 тогда $E = U_0 + U_{C_1} \Rightarrow U_{C_1} = E - U_0$

U_{C_1} - напряжение на конденсаторе в момент когда ток максимальный

4 Запишем закон сохранения энергии

$W_н + A_{ист} = W_к + Q$

Q - тепло

$W_н$ - начальная энергия системы

$W_к$ - конечная энергия системы

$A_{ист}$ - работа источника

$W_н = \frac{CU_1^2}{2}$

$W_к = \frac{I_{макс}^2}{2}L + \frac{C(E-U_0)^2}{2}$

$Q = 0$

$A_{ист} = E(E - U_0 - U_1)C$

$\frac{I_{макс}^2}{2}L + \frac{64C}{2} = 9 \cdot 3C + \frac{25C}{2}$

$I_{макс}^2 L = 54C - 64C + 25C = 15C$

$I_{макс}^2 = \frac{15 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{10^{-1}} = 60 \cdot 10^{-7} \Rightarrow I_{макс} = \frac{\sqrt{60}}{100} = \frac{\sqrt{15}}{50}$ А

в установившемся состоянии $I = 0$, то есть $E = U_0 + U_{C(t_к)}$

$U_C(t_к)$ - конечное напряжение на конденсаторе

Запишем закон сохранения энергии:

$W_н + A_{ист} = W_к + Q$

$\frac{CU_1^2}{2} + EC(U_{c(t_к)} - U_1) = \frac{U_{c(t_к)}^2 C}{2}$

$25 + 18U_{c(t_к)} - 90 = U_{c(t_к)}^2 \Rightarrow U_{c(t_к)}^2 - 18U_{c(t_к)} + 65 = 0$

$U_2 = U_{c(t_к)} = \frac{18 \pm \sqrt{324 - 260}}{2} = \frac{18 \pm 8}{2} = \left[\begin{array}{l} 5 \text{ не подходит} \\ 13 \end{array}\right.$

Ответ: $I'_н = 30\ \frac{А}{с}$ $\qquad I_{макс} = \frac{\sqrt{15}}{50} А = 0{,}0776\ А$

$U_2 = 13\ В$

Задача 5

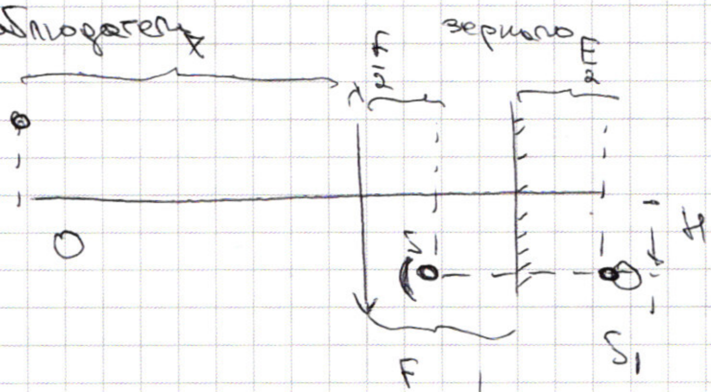
Дано:

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

$x = ?$

$\alpha = ?$

$V_1 = ?$



① ~~Запишем~~

S_1 – изображение источника в зеркале

Обозначения: V_1 – скорость изображения источника

② При идущие из S отразятся от зеркала так, как будто источник находится в точке S_1

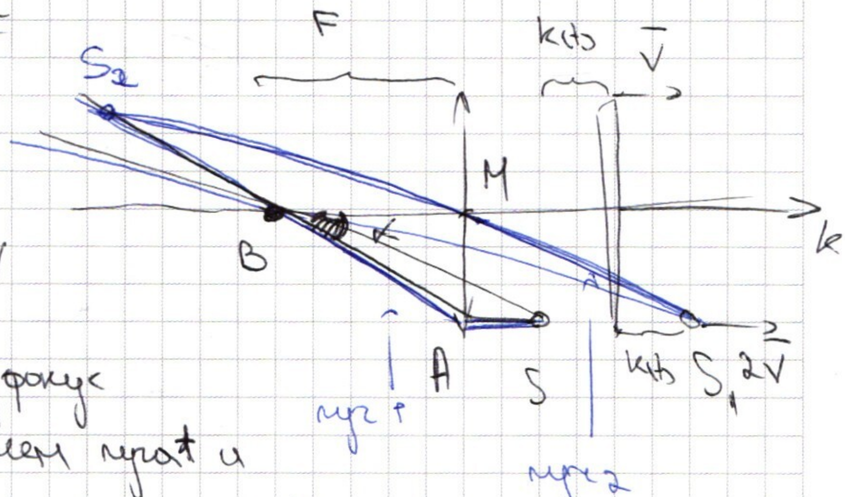
③ Тогда для линзы предметом будет являться S_1

④ запишем уравнение тонкой линзы:

$\frac{1}{x} + \frac{1}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{\frac{3}{2}F - F}{\frac{3}{2}F \cdot F} = \frac{1}{3F}$

$x = 3F$

Задача ⑤ Продолжение



⑤ $k'(t) = V$

$k_{S_1}(t) = 2k(t)$

$k'_{S_1}(t) = V_{S_1} = 2k'(t) = 2V$

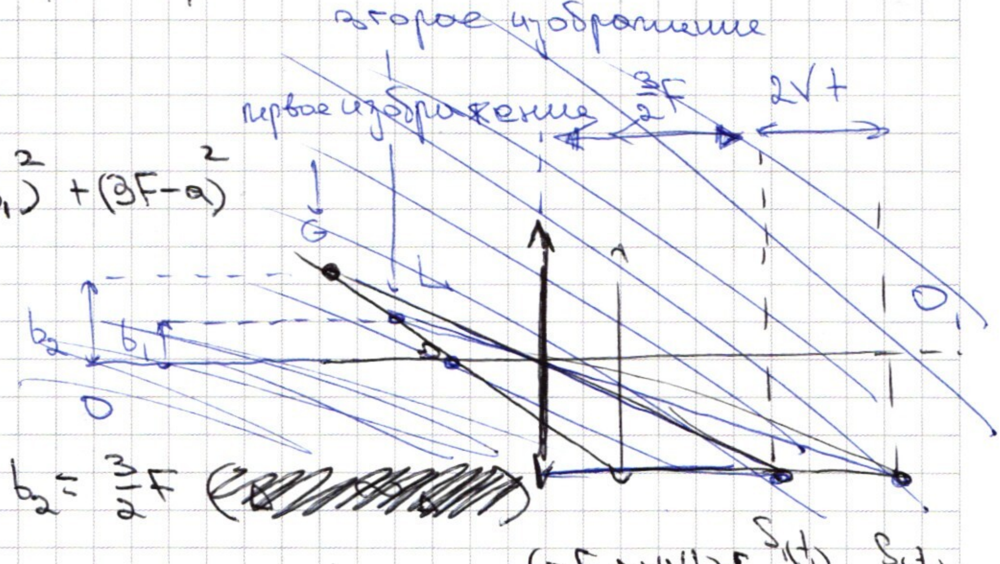
⑥ луч 1 всегда идет через фокус

S_2 является пересечением луча 1 и луча 2, поэтому $S_2 \in$ прямой AB, то есть изображение S движется вдоль AB то есть под углом α к OO_1

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{MA}{MB} = \frac{\frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4}$$

⑦ $GL = V_1 t$

$GL^2 = V_1^2 t^2 = (b_2 - b_1)^2 + (3F - a)^2$



$$\frac{b_2}{3F} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{2} \Rightarrow b_2 = \frac{3}{2}F$$

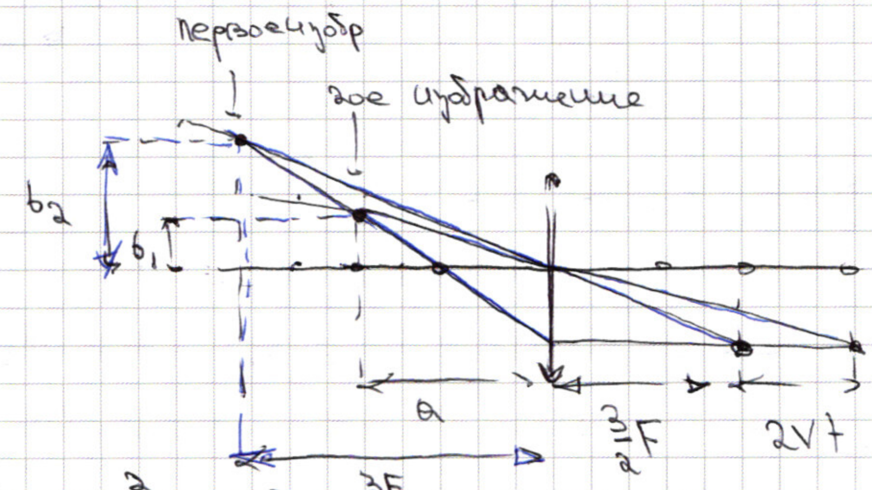
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2Vt} = \frac{1}{F} \Rightarrow a = \frac{(3F + 4Vt)F}{F + 4Vt}$$

Задача (5) Продолжение

$$\frac{b_1}{a} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F + 2Vt} \Rightarrow b_1 = a\frac{3F}{6F+8Vt} = \frac{3F}{2(3F+4Vt)} \cdot \frac{(3F+4Vt)}{F+4Vt} =$$

$$= \frac{3F^2}{2(F+4Vt)}$$

[redacted]



$$V_1^2t^2 = \left(\frac{3F^2 + 12FVt - 3F^2 - 4FVt}{(F+4Vt)}\right)^2 + \left(\frac{3F^2 + 12FVt - 3F^2}{2(F+4Vt)}\right)^2$$

$$V_1^2t^2 = \frac{64F^2V^2t^2}{(F+4Vt)^2} + \frac{36F^2V^2t^2}{(F+4Vt)^2} = \left(\frac{10VFt}{F+4Vt}\right)^2$$

$$V_1t = \frac{10FVt}{F+4Vt} \Rightarrow V_1 = 10V\frac{F}{F+4Vt}$$

$$V_1 \lim_{t\to 0} \to 10V$$

при $t \to 0$ $V_1 = 10V$

<u>Ответ:</u> $x = 3F$

$tg\alpha = \frac{3}{4}$

$V_1 = 10V$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

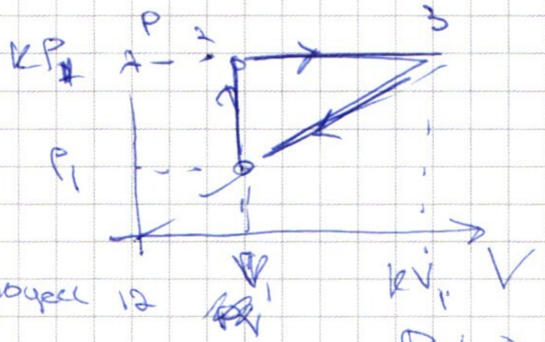
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

МФТИ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(2)



Процесс 12 $V=\mathrm{const}$ $PV=\nu RT \Rightarrow \frac{P}{T}=\mathrm{const}$ $P\uparrow \Rightarrow T\uparrow$

Процесс 23 $P=\mathrm{const}$ $\frac{V}{T}=\mathrm{const}$ $V\uparrow \Rightarrow T\uparrow$

1) $C_{12}=\frac{Q_{12}}{\nu\Delta T}=\frac{0+\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)}{\nu(T_2-T_1)}=\frac{3}{2}R$

$Q_{12}=A_{12}+\Delta U_{12}=0+\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)$

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

$\Delta U_{23}=\frac{3}{2}\nu R(T_3-T_2)$

$A_{23}=kP_1(kV_1-V_1)=kP_1V_1(k-1)=k^2P_1V_1-kP_1V_1$

$\left.\begin{aligned}kP_1V_1&=\nu RT_2\\ kP_1kV_1&=\nu RT_3=k^2P_1V_1\end{aligned}\right\}=k^2P_1V_1-kP_1V_1=(T_3-T_2)\nu R=A_{23}$

$\frac{C_{23}}{C_{12}}=\frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R}=\frac{5}{3}$ $\boxed{\text{Ответ } \frac{5}{3}}$

$\frac{Q_{23}}{A_{23}}=\frac{\nu(T_3-T_2)C_{23}}{\nu R(T_3-T_2)}=\frac{\frac{5}{2}R}{R}=\frac{5}{2}$ $\boxed{\text{Ответ } \frac{5}{2}}$

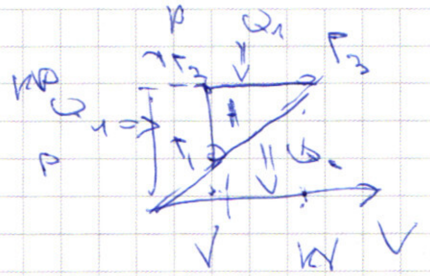
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

① $\eta = \dfrac{A}{Q_н}$



$A = \dfrac{(k-1)p(k-1)V}{2} = pV\dfrac{1}{2}(k-1)^2$

② $Q_н = Q_{12} + Q_{23}$

$Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) = \frac{3}{2}(kpV - pV) = \frac{3}{2}pV(k-1)$

$\nu RT_2 = kpV$

$\nu RT_1 = pV$

$Q_{23} = \frac{3}{2}(\nu RT_3 - T_2\nu R) + \overset{A_{23}}{\underset{\|}{kpV(k-1)}} = pVk(k-1)$

$\nu RT_3 = k^2pV$

$\nu RT_2 = kpV$

$Q_{23} = \frac{3}{2}(k^2pV - kpV) + pVk(k-1)$

$\frac{3}{2}kpV(k-1) + \frac{2}{2}kpV(k-1) = \frac{5}{2}pVk(k-1)$

$\eta = \dfrac{pV\frac{1}{2}(k-1)^2}{\frac{3}{2}pV(k-1) + \frac{5}{2}pVk(k-1)} = \dfrac{(k-1)}{3+5k} = \dfrac{k-1}{3+5k}$

$\eta|_{\lim k\to\infty} = \dfrac{1-\frac{1}{k}}{\frac{3}{k}+5}$

$\frac{1}{k}|_{\lim k\to\infty} \to 0$

$\frac{3}{k}|_{\lim k\to\infty} \to 0$

$\Rightarrow \eta|_{\lim k\to\infty} \to \frac{1}{5}$

Ответ $\frac{1}{5}$ 20%

$\eta' = (n-1)'(5n+3) - (n-1)5$

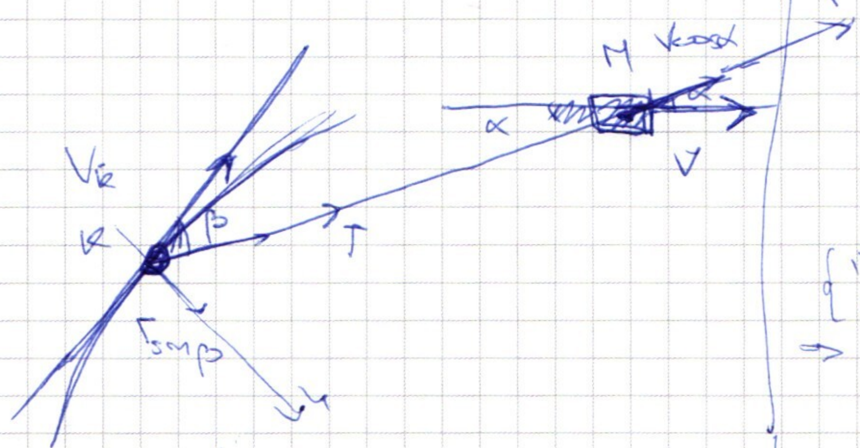
$\dfrac{5n+3-5n+1}{(5n+3)^2} < \dfrac{4}{(5n+3)^2} \geq 0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①



$L = 5\frac{R}{3}$

$V = 68$ см/с

$R = 1{,}9$ м

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

$17 \cdot 17 = 289$ ⇒
$15^2 = 225$

⇒ $\sin\alpha = \frac{8}{17}$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$ $\sin\beta = \frac{3}{5}$

① $L_{нити} = const$ ⇒ $\Delta L_{нити} = 0$, тогда

V_{M_x} на ось нити $= V_{K_x}$ на ось нити

$V_{M_x} = V\cos\alpha$

$V_{K_x} = V_K\cos\beta = V_{M_x} = V\cos\alpha$ $4 \cdot 17 = 68$

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

$\boxed{\text{Ответ}_1 = 75\ \frac{см}{с}} = \boxed{0{,}75\ \frac{м}{с}} = \frac{3}{4}\frac{м}{с}$

② кольцо движется по окружности, то есть с центростремительным ускорением

$a_ц = \frac{V_k^2}{R} = \frac{Ma_ц}{M}$ F – сила натяжения нити

$\boxed{Ma_ц = F\sin\beta}$

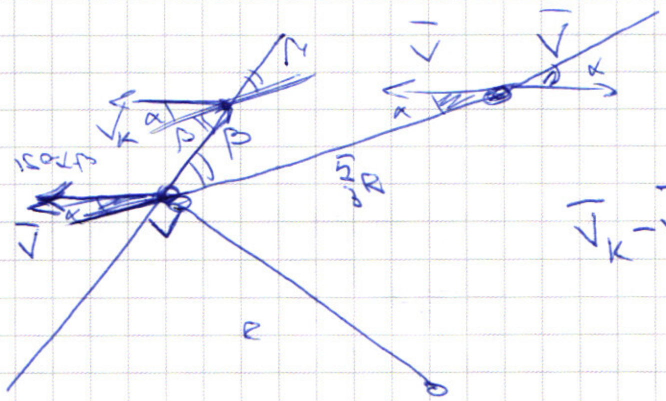
$\frac{F\sin\beta}{M} = \frac{V_k^2}{R}$ $F = \frac{MV_k^2}{R\sin\beta} = \frac{0{,}1\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{3}{4}}{1{,}9\cdot\frac{3}{5}} = \frac{\frac{3}{16}\cdot\frac{5}{}}{19} = \frac{15}{16\cdot 19}$ Н

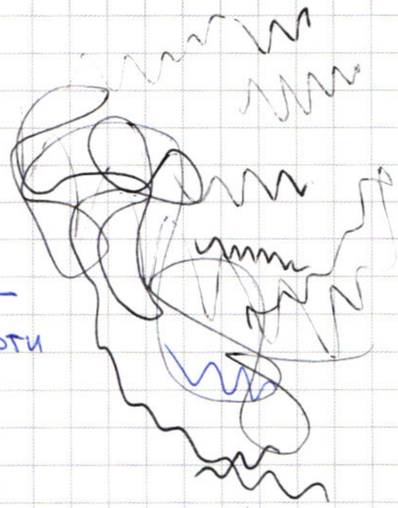
$16 \cdot 19 = 320 - 16 = 304$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

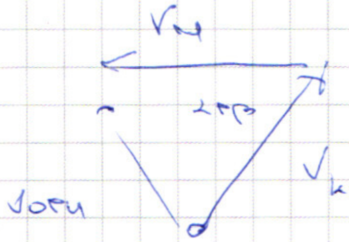
Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$T = \frac{15}{16 \cdot 19} = \frac{15}{304}$ Н





$\bar{V}_K - \bar{V}_M = \bar{V}_{отн}$



$V_{отн}^2 = V_K^2 + V_M^2 - 2V_K V_M(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta)$

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

$= \frac{60-24}{85} = \frac{36}{85} = \frac{36}{17 \cdot 5}$

$V_{отн}^2 = \left(\frac{3}{4}\right)^2 + (0.68)^2 - 2\frac{36}{\cancel{17} \cdot 5} \cdot \frac{0.\cancel{68} \cdot 3}{\cancel{4}}$

$\frac{68}{100} = \frac{17}{25}$

$6 \cdot 6 \cdot 6 =$
$= 36 \cdot 6 = 216$

$\frac{289}{625}$

$V_{отн}^2 = \frac{9}{16} + \frac{289}{625} - \frac{216}{500}$ $\frac{54}{125}$

$\frac{289}{625} - \frac{54 \cdot 5}{125 \cdot 5} = \frac{289 - 270}{625} = \frac{19}{625}$

$\boxed{V_{отн} = 77 \text{ см/с}}$

$= \frac{9}{16} + \frac{19}{625} = \frac{5625 + 304}{16 \cdot (100)^2}$

$\frac{19}{16} = 320 - 16 = 304$

$9 \cdot 625 = 6250 - 625 =$ $6250 - 625 = 5625$

$5625 + 304 = 5929$

$625 \cdot 16 = 4^2 \cdot 25^2 = 100^2$

$\boxed{5929}$

$= \frac{5929}{(100)^2} =$ $77 \times 77 = (70+7)^2 = 49 + 4900 + 980$

$980 + 4900 = 5880$, $5880 + 49 = 5929$

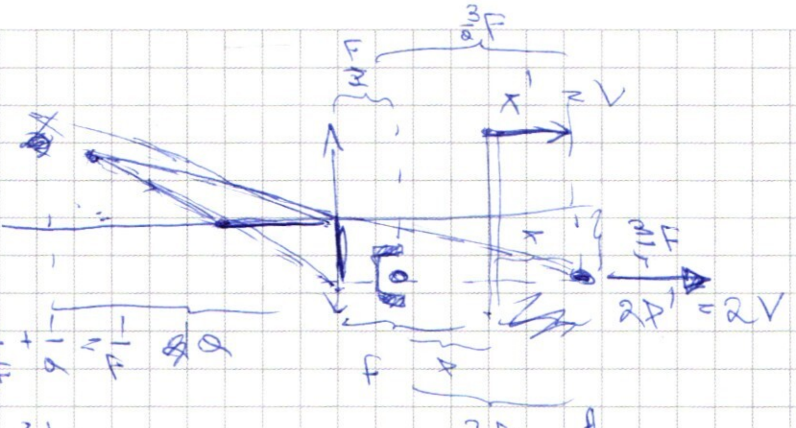
$7 \cdot 70 \cdot 2 =$
$7 \cdot 20 = 49 \cdot 20 = 980$

$= \left(\frac{77}{100}\right)^2$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

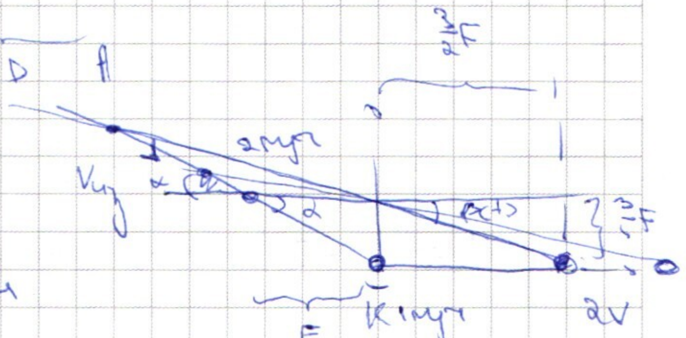
5



$\frac{1}{\frac{3}{2}F} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$

$\frac{2}{3F} + \frac{1}{a} = \frac{3}{3F}$

$\frac{1}{a} = \frac{1}{3F}$ $\boxed{a = 3F}$ $\boxed{\text{Ответ: } 3F}$

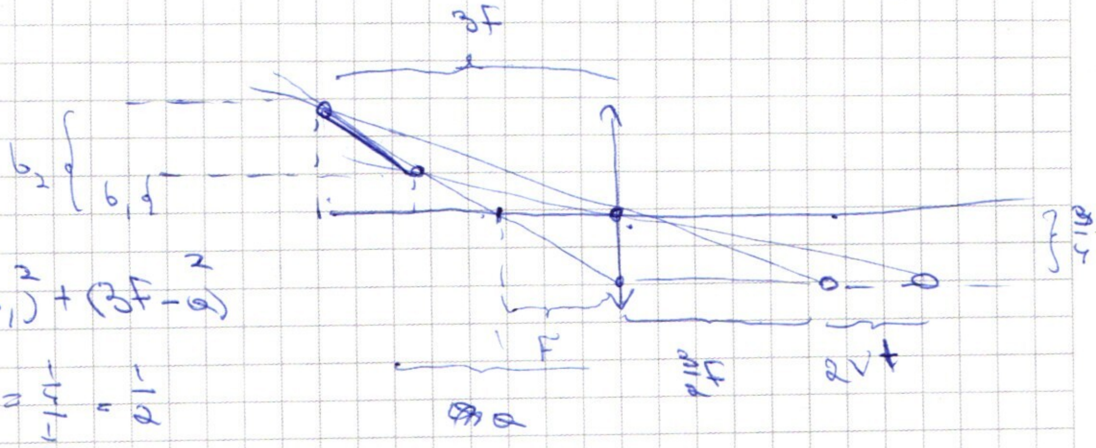


2) Пункт 1 пр. всегда одинаковый, поэтому все изобр. на нем находятся если F нак. $\in$ 1 пр., $\notin$ 2 пр.

Пр. Изобр. предм. в зеркале отразится, поэтому $\alpha(t)$ уменьшается следовательно 2 пр. $\parallel$ 1 пр., все ближе к оси OO_1, поэтому делаем вывод, что $V_{\text{изображения}} \parallel AK$

$\angle V_{uz}\ OO_1 = \alpha$ $\quad tg\alpha = \frac{\frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4}$ $\boxed{\text{Ответ: } tg\alpha = \frac{3}{4}}$

3 Пункт 3



1) $v_1^2 t^2 = (b_2 - b_1)^2 + (3F - a)^2$

2) $\frac{b_2}{3F} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{2}$

$\boxed{b_2 = \frac{3}{2}F}$

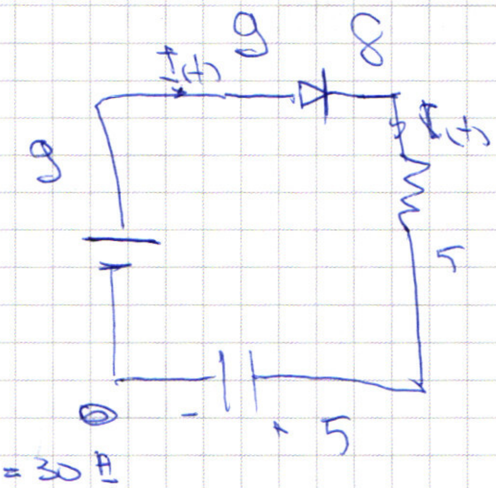
(4) $E = 9В$

$C = 40 мкФ = 40\cdot10^{-6} Ф$ 6

$U_1 = 5В$ 13

$L = \frac{1}{10} Гн$ 18

$U_{диода} = U_0 = 1В$ 144 18 324



(1) $E - U_1 = U_0 + I'L$

$\frac{E - U_1 - U_0}{L} = I'(t=0) = \frac{9-5-1}{0{,}1} = \frac{3В}{0{,}1} = 30\ \frac{А}{с}$

$\boxed{Ответ\ 30\ \frac{А}{с}}$

$\frac{25C}{2} + 9C(x-5) = \frac{x^2C}{2}$

$25\cancel{C} + 18\cancel{C}x - 90\cancel{C} = x^2\cancel{C}$ 3 5

$x^2 = 18x - 90 + 25$

$x^2 - 18x + 65 = 0$

$x = \frac{18 \pm \sqrt{324 - 260}}{2} = \frac{18 \pm 8}{2}$

(2) если $I(t)$ - макс $\Rightarrow I'(t) = 0$

$E = U_c + U_0 + I'L = U_c + U_0$

$\boxed{U_{c(t)} = E - U_0 = 8В} \Rightarrow q_{(t)} = U_{c(t)}C$

$W_н + A_{ист} = Q + W_к$

(1) $Q = 0$ (2) $A_{ист} = E\,\Delta q$ $\Delta q = q(t) - q(0) = U_{c(t)}C - U_1C = (U_{c(t)} - U_1)C$

(3) $W_н = \frac{CU_1^2}{2}$ (4) $W_к = \frac{CU_{c(t)}^2}{2} + \frac{L I_{макс}^2}{2}$

$\frac{CU_1^2}{\cancel{2}} + 2EC(U_{c(t)} - U_1) = \frac{CU_{c(t)}^2}{\cancel{2}} + \frac{L I_{макс}^2}{\cancel{2}}$ $54 - 64 + 25 = 15$

$\frac{C}{L}\left(2E(U_{c(t)} - U_1) + U_1^2 - U_{c(t)}^2\right) = I_{макс}^2 = \frac{40\cdot10^{-6}}{10^{-1}}\left(18(8-5) + 25 - 64\right)$

$I_{макс}^2 = (2\cdot10^{-2})^2\cdot15$

$I_{макс} = \frac{2}{100}\cdot\sqrt{15} = \frac{1}{50}\sqrt{15} = \frac{\sqrt{15}}{50}$ А $\boxed{Ответ\ \frac{\sqrt{15}}{50}}$

(3) в уст. состоянии $I = 0$; тогда $E = U_{диода} + U_к$

в момент когда $U_c = 8В$; $U_{диода} = U_0$ $I = 0 \Leftrightarrow$ $= q_c' = I = 0$, тогда конденсатор больше заряжаться не будет $\boxed{Ответ\ 8В} = U_2$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{1}{a} + \frac{1}{\frac{3}{2}F+2Vt} = \frac{1}{F}$ $\quad \frac{1}{a} = \frac{\frac{3}{2}F+2Vt-F}{F(\frac{3}{2}F+2Vt)}$

$$\boxed{a = \frac{F(\frac{3}{2}F+2Vt)}{\frac{F}{2}+2Vt} = \frac{(3F+4Vt)F}{F+4Vt}}$$

$\frac{b_1}{a} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F+2Vt} \Rightarrow \boxed{b_1 = a\frac{3F}{6F+8Vt}} = \frac{3F}{3F+4Vt}$

$= \frac{3F}{\cancel{3F+4Vt}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\cancel{3F+4Vt}}{F+4Vt} F = \boxed{\frac{3F^2}{2(F+4Vt)} = b_1}$

$V_1^2 t^2 = \left(\frac{\cancel{3F^2} + \cancel{12FVt}^{8FVt} - \cancel{3F^2} - 4VtF}{(F+4Vt)}\right)^2 + \left(\frac{3}{2}F - \frac{3F^2}{2(F+4Vt)}\right)^2$

$V_1^2 \cancel{t^2} = \frac{64F^2V^2\cancel{t^2}}{(F+4Vt)^2} + \frac{36V^2\cancel{t^2}F^2}{(F+4Vt)^2}$ $\quad \left(\frac{\cancel{3F^2} + \cancel{12}^{6}VtF - \cancel{3F^2}}{2(F+4Vt)}\right)^2$

$V_1^2 = \frac{100F^2V^2}{(F+4Vt)^2} \Rightarrow V_1 = \frac{10FV}{F+4Vt}$

при $t \to 0$ $\quad V_1 \to \frac{10FV}{F} = 10V$

$\boxed{\text{Ответ: } 10V}$

15
304
9.0
1500 | 304
1216 | 0.0493
2840
2736
1040
912
128

1216 $\quad$ 3040 − 304 = 2736

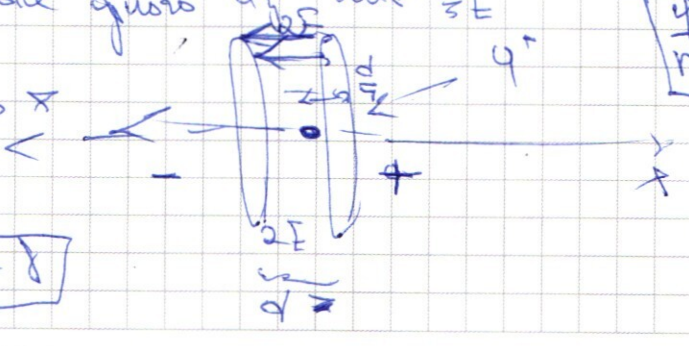
$\frac{3.88}{50}$

$\times\, 3.88 \cdot 2 = 7.76$ $\quad$ 07.76

3.88 · 3.88: 3104, 3104, 1164, 15.0544
3.9 · 3.9: 351, 117, 15.21

(3) Пусть поле одного из них $= E$

$\boxed{\frac{q}{m} = \gamma}$ рано



$2E\frac{q}{m} = \frac{F}{m} = a \Rightarrow E_{(x)} = 0$

$2E \cdot \frac{q}{m} = 2E \cdot \gamma = a$

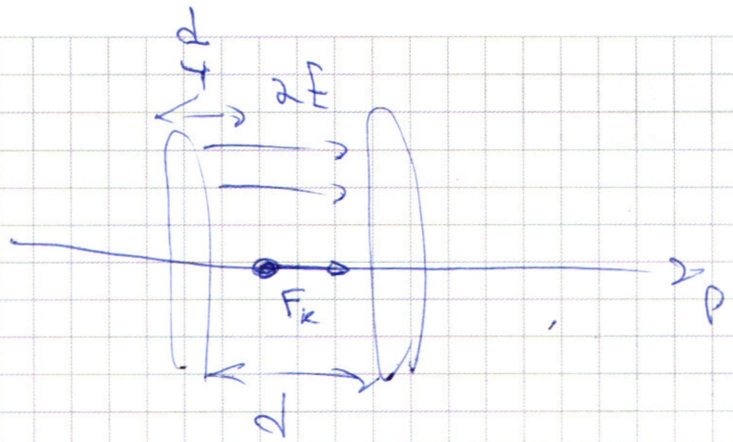
$\boxed{a = 2E \cdot \gamma}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

① $F_k = Ma_x = 2E\varphi$

$2F\frac{\varphi}{m} = 2E \cdot \gamma = a_x$



②
$\cancel{\frac{a_x t^2}{2} = \frac{3}{4}d}$

$\cancel{a_x = \frac{3d}{2t^2} = 2E\gamma}$

$\cancel{\frac{3d}{4t^2\gamma} = E}$

$\frac{a_x t^2}{2} = \frac{3}{4}d = \frac{V_1 \cdot t}{2} = \frac{3}{4}d$

$a_x t = V_k = V_1$

Ответ $\boxed{V_1 = \frac{3d}{2t}}$ E одной пластины $= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \boxed{\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}}$

$\sigma = \frac{Q}{S}$

$\begin{cases} \frac{a_x t^2}{2} = \frac{3}{4}d \\ a_x = 2E\gamma \end{cases} \Rightarrow E\gamma t^2 = \frac{3}{4}d \Rightarrow \boxed{E = \frac{3d}{4\gamma t^2}}$

также $E = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} = \frac{3d}{4\gamma t^2}$

$\boxed{Q = \frac{3d\varepsilon_0 S}{2\gamma t^2}}$ ← Ответ