

# Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 11

## Вариант 11-07

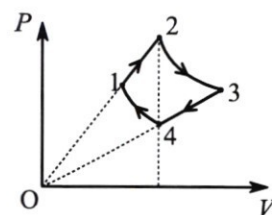
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл.....

1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 3 раза, а модули ускорений равны.

- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

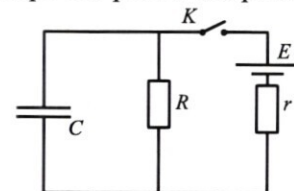
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой  $T_1$  расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$ . В процессе 1-2 объем газа увеличивается в  $k = 1,8$  раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. Объемы газа в состояниях 2 и 4 равны.

- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение давлений в состояниях 1 и 3.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 1-2.



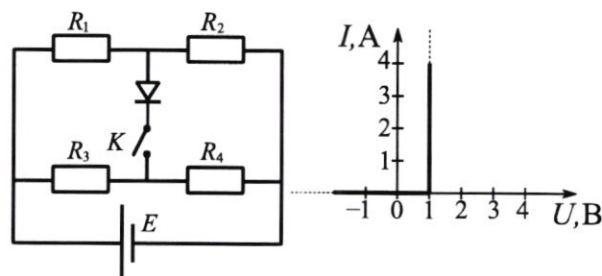
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины  $E, R, C$  известны,  $r = 3R$ . Ключ  $K$  на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 1) Найти ток, текущий через источник, сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти ток, текущий через конденсатор, непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



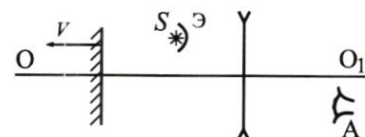
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника  $E = 8$  В,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 6$  Ом,  $R_4 = 2$  Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В.

- 1) Найти ток через резистор  $R_3$  при разомкнутом ключе  $K$ .
- 2) При каких значениях  $R_1$  ток потечет через диод при замкнутом ключе  $K$ ?
- 3) При каком значении  $R_1$  мощность тепловых потерь на диоде будет равна  $P_D = 2$  Вт?



5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $-F$  ( $F > 0$ ), 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 линзы  $OO_1$ . Источник  $S$  находится на расстоянии  $3F/4$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии  $F$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $3F/2$  от линзы.

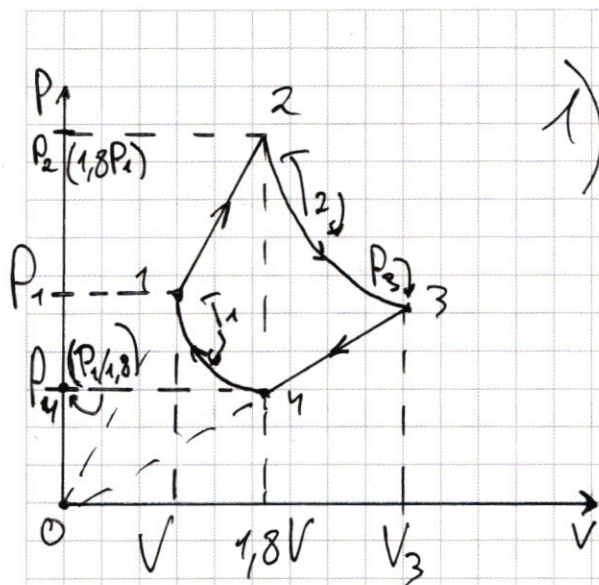
- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель  $A$  сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.







## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№2.  
1) 4 → 1:  $P_1 V = \nu R T_1$   
 $P_4 \cdot 1,8V = \nu R T_1 \Rightarrow P_4 = \frac{P_1}{1,8}$

1 → 2:  $\frac{P_1}{V} = \frac{P_2}{1,8V} \Rightarrow P_2 = 1,8 P_1$

1 → 2:  $P_1 V = \nu R T_1$   
 $1,8^2 P_1 V = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = 1,8^2 T_1$

2) 3 → 4:

$$\frac{\left(\frac{P_1}{1,8}\right)}{1,8V} = \frac{P_3}{V_3} \Rightarrow V_3 = \frac{P_3 \cdot 1,8^2 V}{P}$$

$$\begin{cases} P_1 V = \nu R T_1 \\ P_3 V_3 = \frac{P_3^2 \cdot 1,8^2 V}{P} = \nu R \cdot 1,8^2 T_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_1^2 V}{P_3^2 V} = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_1 = P_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = 1.$$

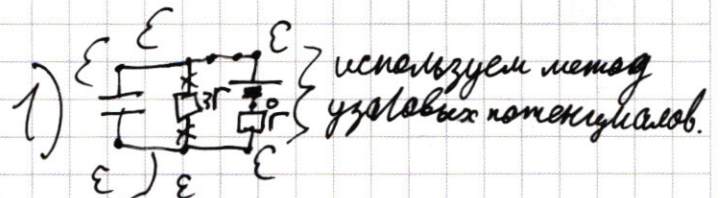
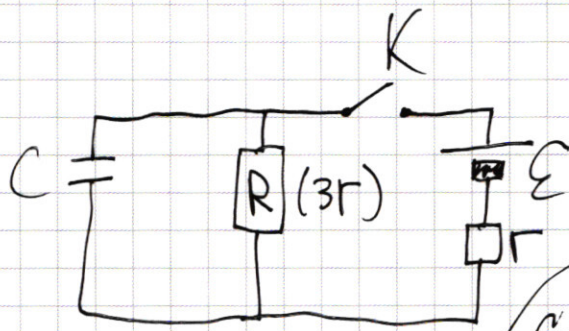
3)  $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) +$   
 $+ \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = 2 \nu R (T_2 - T_1)$

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

Ответ:  $T_{23} = 1,8^2 T_1$   
 $\frac{P_1}{P_3} = 1, C_{Q_{12}} = 2R$



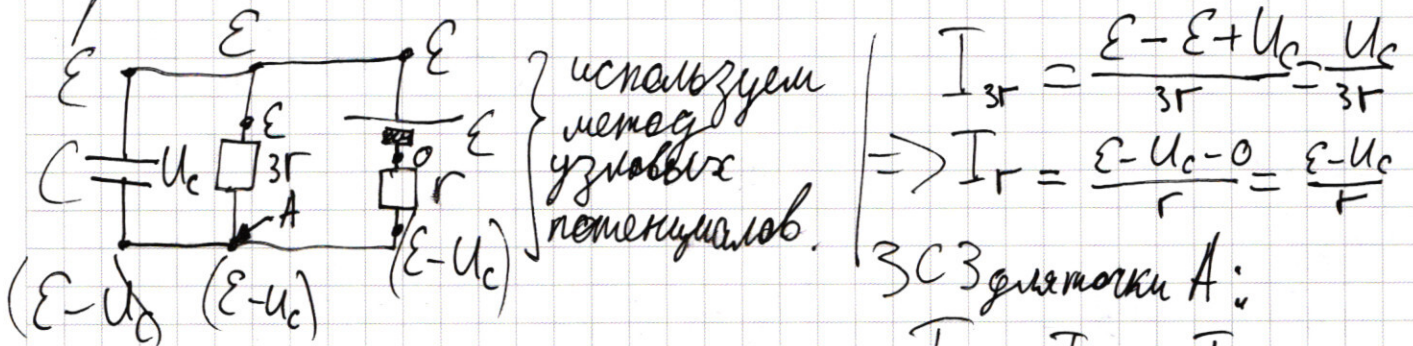
№ 3



Напряжение на конденсаторе не меняется скачком  $\Rightarrow$  сразу после  $\rightarrow$

$U_C = 0 \Rightarrow$  из рисунка  $\rightarrow I_{\text{ист}} = \frac{\varepsilon - 0}{r} = \frac{\varepsilon}{r}$

2) Изобразим цепь в некоторый момент времени после  $\rightarrow$ :



ЗСЗ для точки А:

$I_C + I_{3r} = I_r \Rightarrow$

$\Rightarrow I_C = I_r - I_{3r} = \frac{\varepsilon - U_C}{r} - \frac{U_C}{3r} = \frac{3\varepsilon - 4U_C}{3r}$

$P_C = U_C \cdot I_C = \frac{3\varepsilon U_C}{3r} - \frac{4U_C^2}{3r} = \frac{\varepsilon U_C}{r} - \frac{4}{3} \frac{U_C^2}{r}$

Найдём вершину этой параболы через производную:

$\frac{\varepsilon}{r} - \frac{8}{3} \frac{U_C}{r} = 0 \Rightarrow U_C = \frac{3}{8} \varepsilon$  (при этом значении напряжения на конденсаторе мощность максимальна)  $\Rightarrow$

$\Rightarrow I_C = \frac{3\varepsilon - 4 \cdot \frac{3}{8} \varepsilon}{3r} = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{r} \leftarrow$  это прямо перед  $\rightarrow$



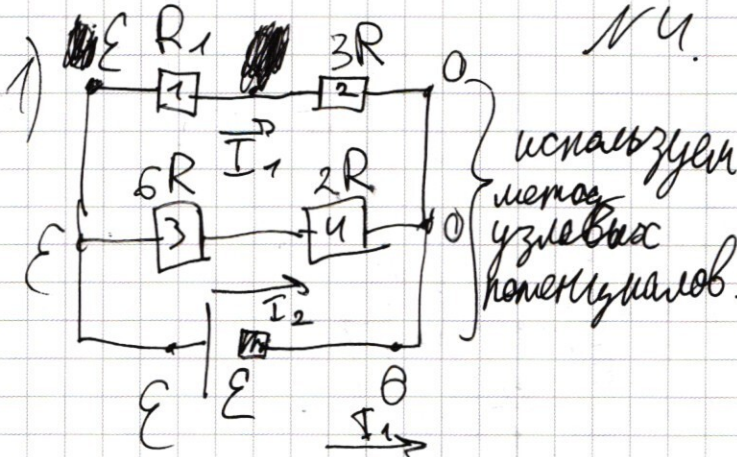
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 (продолжение):

$$3) Q = \Delta W_c = W_c - 0 = W_c$$

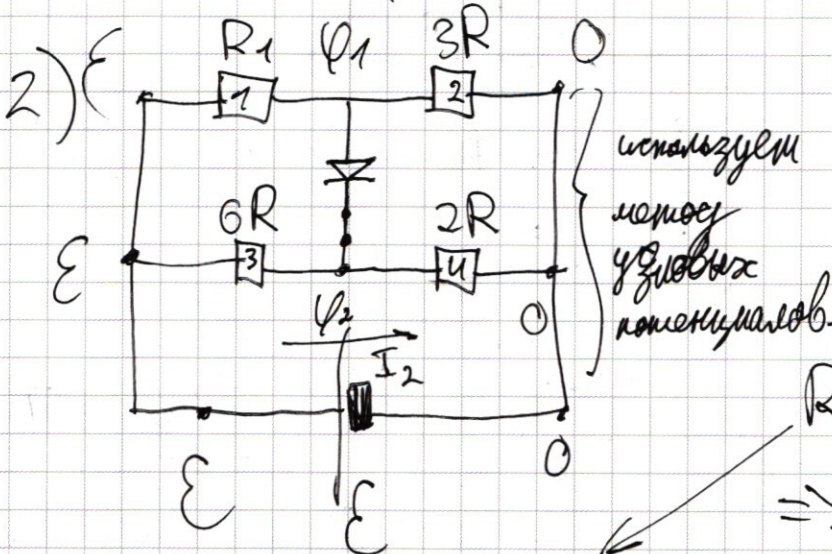
$$Q = W_c = \frac{C U_c^2}{2} = \frac{C \cdot \left(\frac{3}{8} \varepsilon\right)^2}{2} = \frac{9 C \varepsilon^2}{128}$$

Ответ: 1)  $I = \frac{\varepsilon}{r}$ ; 2)  $I = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{r}$ ; 3)  $Q = \frac{9 C \varepsilon^2}{128}$ .



$$R = \frac{R_2}{3} = 10 \text{ Ом}$$

$$I_{\text{через } R_3} = I_{\text{через } R_4} = \frac{\varepsilon - 0}{R_3 + R_4} = \frac{\varepsilon}{8R} = 1 \text{ А}$$



~~тип R, такое, что~~  
 $R_1$  - значение для  
открытого диода:

$$R_1 \cdot \frac{\varphi_1}{3R} = \varepsilon - \varphi_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_1 \left( \frac{R_1}{3R} + 1 \right) = \varepsilon$$

$$R_1 = \frac{3R(\varepsilon - \varphi_1)}{\varphi_1}; \quad \varphi_2 = \varepsilon - I_{R_3} R_3 = 2 \text{ В.}$$



и (продолжение):

Максимальное  $\varphi_1 - \varphi_2$  чтобы не было тока через  $D < U_0 \Rightarrow$  если подставить  $\varphi_1 - \varphi_2 = U_0$  - это будет момент, когда ток через  $D$  поменяет

$$\varphi_1 \geq U_0 + \varphi_2 = 3B$$

$$R_1 = \frac{3 \cdot 1(8-3)}{3} = 5 \Omega$$

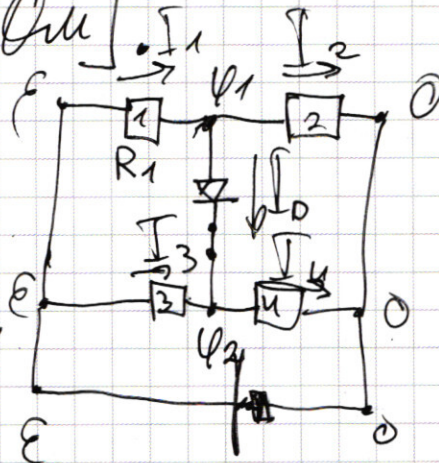
$$\varphi_1 \left( \frac{R_1}{3R} + 1 \right) = \varepsilon \Rightarrow \text{при } R_1 \downarrow \varphi_1 \uparrow \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_1 \in [0 \Omega; 5 \Omega]$$

$$3) P = I_D \cdot U_D$$

$$I_D = I_1 - I_2 = \frac{\varepsilon - \varphi_1}{R_1} - \frac{\varphi_1}{3R}$$

$$I_D = \frac{\varepsilon - \varphi_2}{6R} + \frac{3\varphi_2}{6R}$$



$$\frac{\varepsilon - \varphi_1}{R_1} - \frac{\varphi_1}{3R} = \frac{4\varphi_2 - \varepsilon}{6R}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 1$$

$$I_D \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = P_D \quad \text{Ответ: } I = 1A; R_1 \in [0\Omega; 5\Omega]; R_1 = 0,5\Omega$$

$$\varphi_2 = 4\varphi_2 - 8 \Rightarrow \varphi_2 = 5B$$

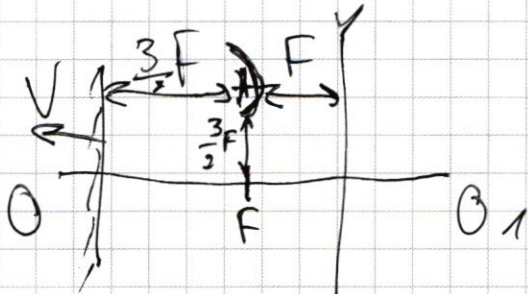
$$\frac{8 - \varphi_1}{R_1} - \frac{\varphi_1}{3} = 2$$

$$\frac{8 - 6}{R_1} - \frac{6}{3} = 2 \Rightarrow R_1 = 0,5\Omega$$

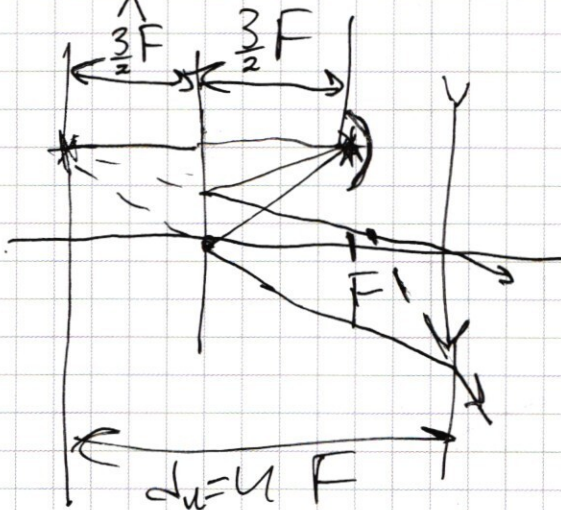


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5



1)

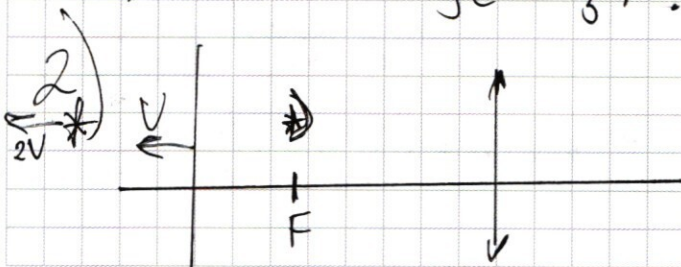


Источником для  
линзы будет изоб-  
ражение пред-  
мета в зеркале  
 $d_u = \frac{3}{2}F \cdot 2 + F = 4F$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d_u} - \frac{1}{f_c} \quad \leftarrow \text{т.к. } \text{л-линза} \Rightarrow$$

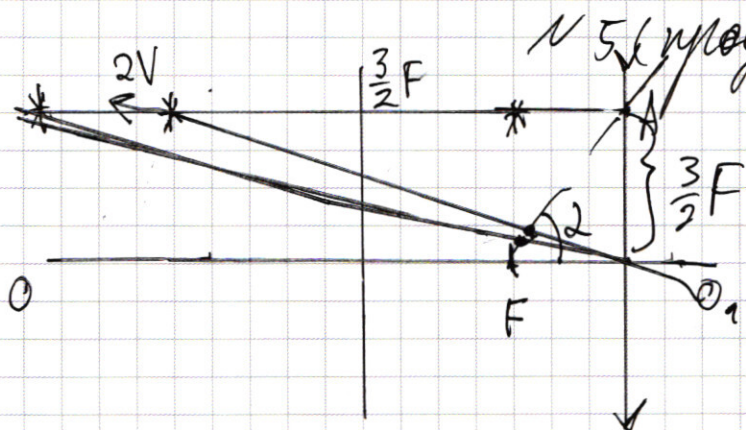
$$\Rightarrow f_c = \frac{d_u F}{d_u + F} = \frac{4F^2}{5F} = \frac{4}{5}F \quad \text{т.к. изобр.}$$

в линзе мнимое, лучи выходят из  
системы, и дальше не опра-  
зятся от зер-  
кала  $\Rightarrow f_c = \frac{4}{5}F$ .



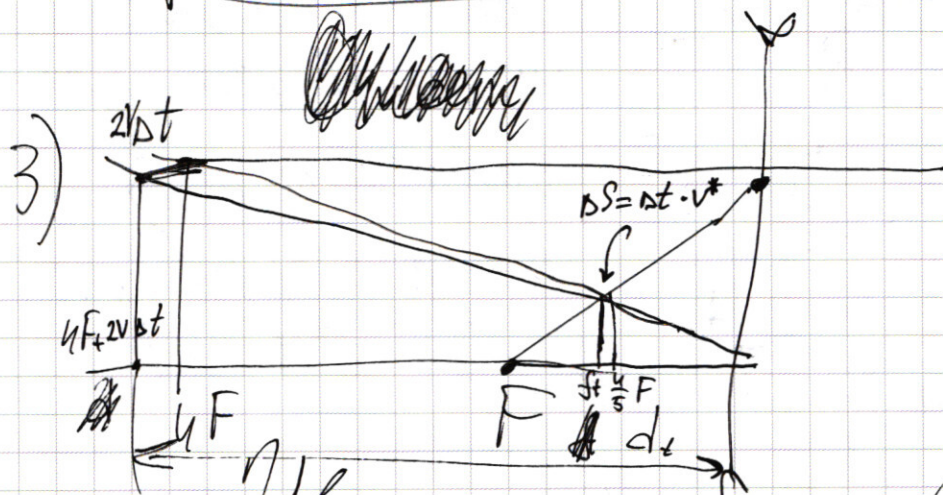
расстояние от 5 до  
зеркала меняется со скоростью  
 $V \Rightarrow$  от изобр. до зеркала  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  Удаляется от 5 соск.  $2V$ .



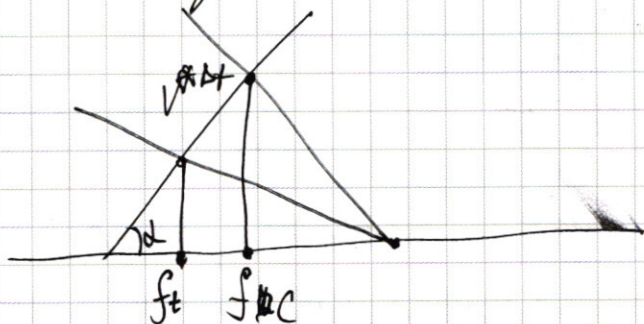


изображение  
звмается по  
прямой AF (из  
чертежа)  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \left( \operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{3}{2} F}{F} = \frac{3}{2} \right)$$



увеличим:



$$f_t = \frac{(4F + 2V \Delta t) F}{5F + 2V \Delta t}$$

$$V \Delta t = \frac{(F - f_c) - (F - f_t)}{\cos \alpha}$$

$$= \frac{f_t - f_c}{\cos \alpha} = \frac{(4F - 2V \Delta t) F}{5F + 2V \Delta t} - \frac{4F}{5}$$

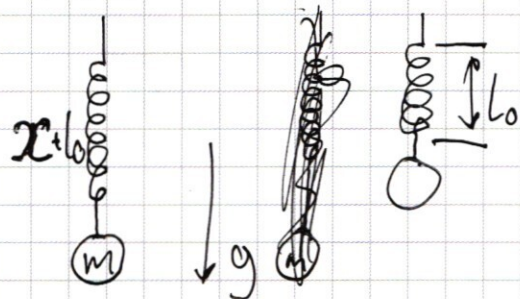
Отсюда можно выразить  $V^*$ , но у меня не хватает времени.

Ответ: 1)  $f_{\text{система}} = \frac{4}{5} F$ ; 2)  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{2}$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

нач.



N 1.

$x$  - деформация в равновесии (а  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - тоже деп.)  
 $L_0$  - длина нерастяж. пружины.

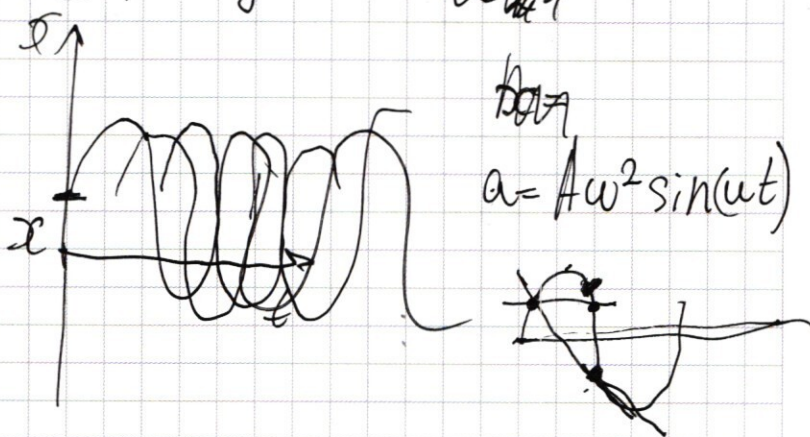
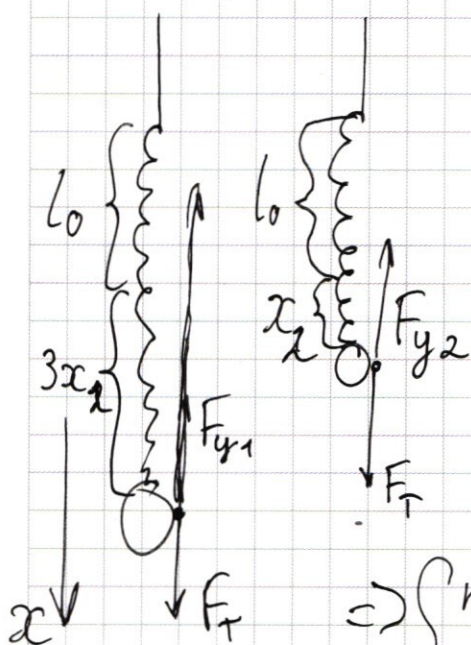
$k$  - коэф. жесткости

$$mg = kx \quad k = \frac{mg}{x}$$

$$F_y(t_1) = 3F_y(t_2) \Rightarrow kx_1 = 3kx_2 \Rightarrow x_1 = 3x_2$$

$$|a_m(t_1)| = |a_m(t_2)| \Rightarrow \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} F_T - F_{y1} \\ F_T - F_{y2} \end{matrix} = ma_1$$

$$\begin{cases} F_T - F_{y1} = -ma_1 \\ F_T - F_{y2} = ma_1 \end{cases} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow \begin{cases} mg - 3kx_2 = -ma_1 \\ mg - kx_2 = ma_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3kx_2 - mg - mg + kx_2 = 0 \\ 2kx_2 = mg \end{cases}$$



$$kx_1 = 3kx_2$$

$$-ma_1 = F_T - F_{g1}$$

$$-ma_2$$

$$A = \frac{mg}{K}$$

$$mg - kx_1 = m\ddot{x}_1$$

$$m\ddot{x}_2 = kx_1 + mg$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0) = \frac{mg}{K} \sin\left(\omega t + \frac{mg}{K\omega}\right) =$$

$$= \frac{mg}{K} \left( \sqrt{\frac{K}{m}} t + \frac{mg}{K\omega} \right) = \frac{mg}{K} \sin\left(t \sqrt{\frac{K}{m}}\right)$$

$$v(t) = \sqrt{\frac{m}{K}} g \sin\left(t \sqrt{\frac{K}{m}}\right)$$

$$a(t) = g \sin\left(t \sqrt{\frac{K}{m}}\right)$$

$$a(t_1) = a(t_2)$$

$$g \sin\left(t_1 \sqrt{\frac{K}{m}}\right) = g \sin\left(t_2 \sqrt{\frac{K}{m}}\right)$$

$$F_{y1} = kx_1$$

$$F_{y2} = kx_2 = 3kx_1 \Rightarrow K \frac{mg}{K} \sin\left(t \sqrt{\frac{K}{m}}\right) = 3 \frac{mg}{K} \sin\left(t \sqrt{\frac{K}{m}}\right)$$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

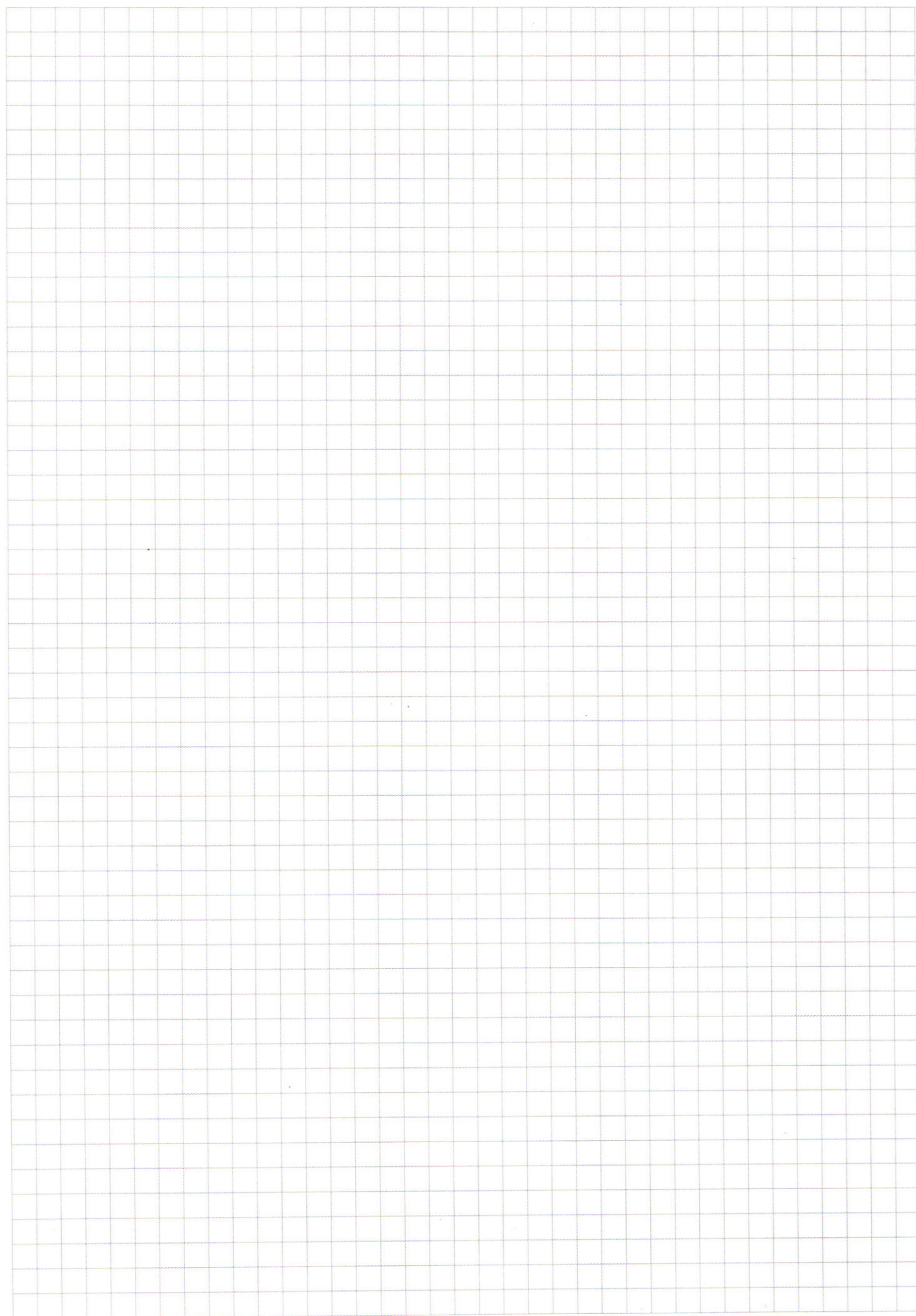
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)»

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



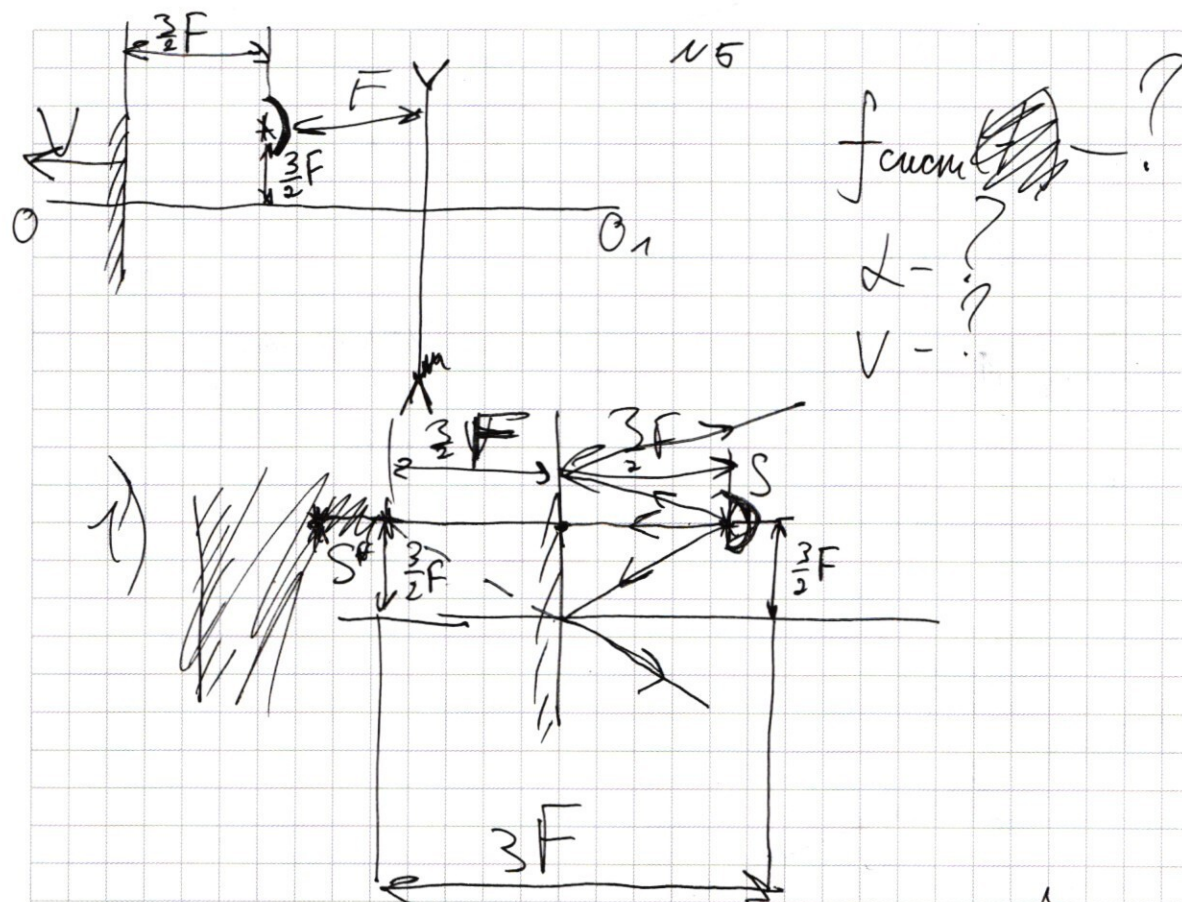


☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

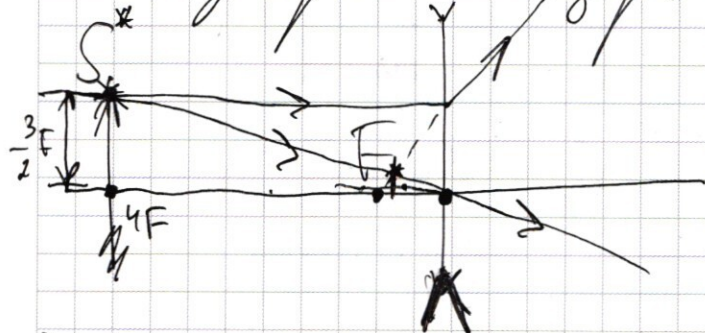
Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Источником для линзы будет реальное  
изобр.  $S^*$  в зеркале.  $d_{\text{линзы}} = F + \frac{3}{2}F + \frac{3}{2}F =$



$$d_{\text{magnet}} = F + \frac{3}{2}F + \frac{3}{2}F = 4F$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{f_d} - \frac{1}{f_c} \Rightarrow$$

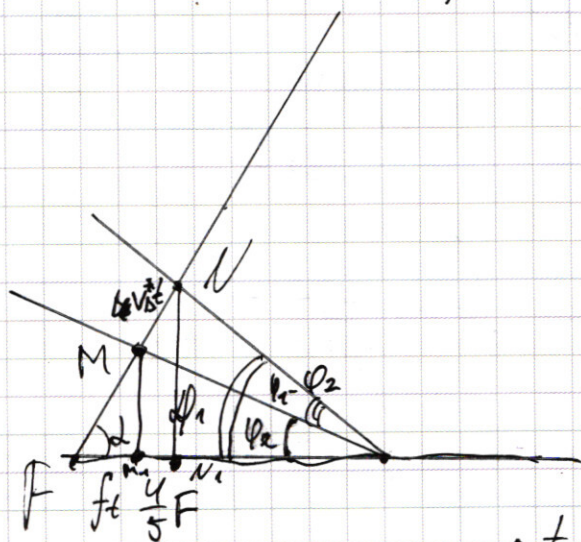
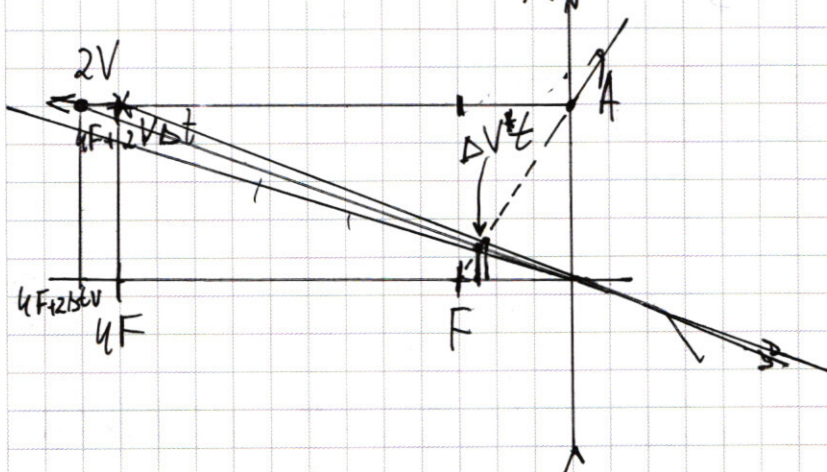
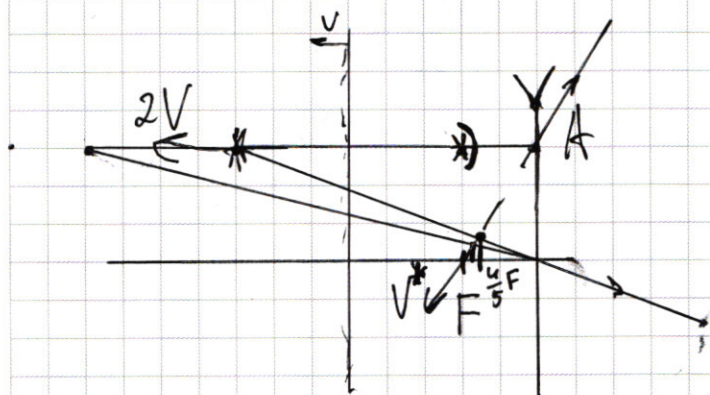
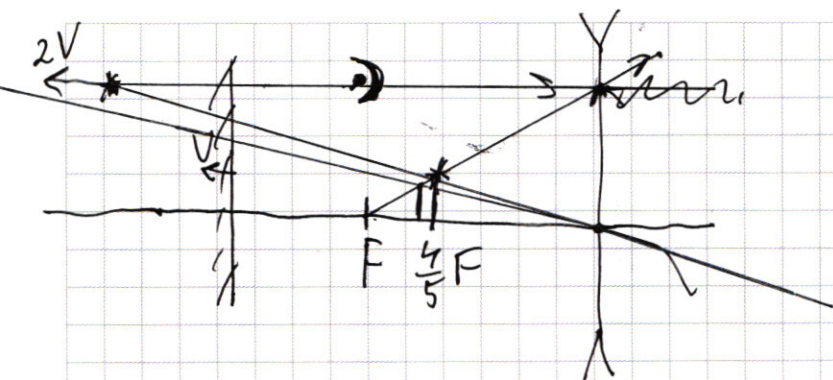
$$\Rightarrow \frac{1}{f_c} = \frac{1}{d_e} + \frac{1}{F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f_c = \frac{dL}{d_1 + F} = \frac{uF}{5F} = \frac{\sqrt{4F}}{\sqrt{5F}}$$

на расстояние от  $S$  до  $z$  меняет-  
ся со скоростью  $V$  ~~то~~ от  $z$  до изобр.  $CV$   
 $CV \Rightarrow$  изобр. удал. от  $S$  со скор.  $2V$

$$I_{acm} = \frac{4F}{5} A \frac{4}{5}$$





$$MM_1 = f_t \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$NN_2 =$$



глубина по  
прямой AF  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \left( \frac{3}{2} \right)$

$$\frac{1}{f_t} = \frac{d + 2V\alpha t + F}{(d + 2V\alpha t)F}$$

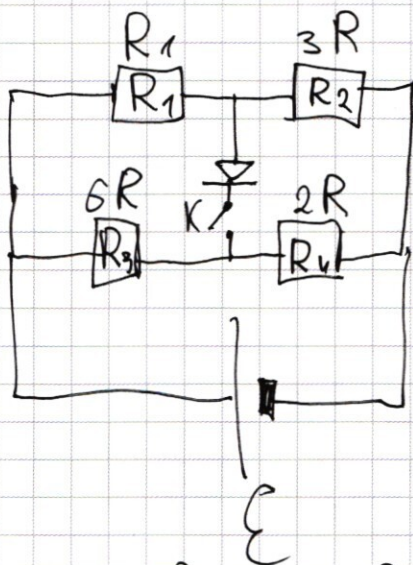
$$f_t = \frac{(d + 2V\alpha t)F}{d + F + 2V\alpha t}$$

$$\Delta t \cdot V^* = NF - MF = \frac{4}{5}F - \frac{f_t}{\cos \alpha} =$$

$$= \frac{4}{5}F - \frac{(d + 2V\alpha t)F \cos \alpha}{d + F + 2V\alpha t}$$



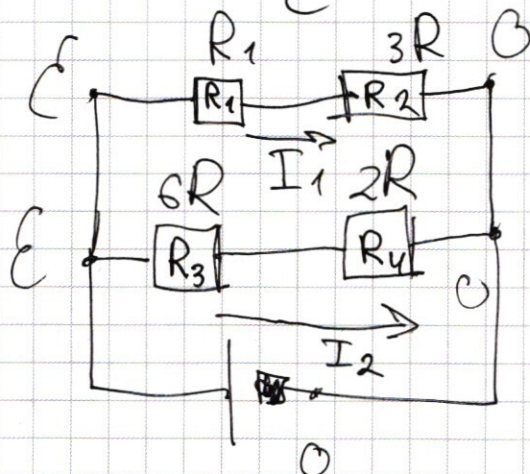
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



4

$$U_0 = 1\text{В} \quad \mathcal{E} = 3\text{В}$$

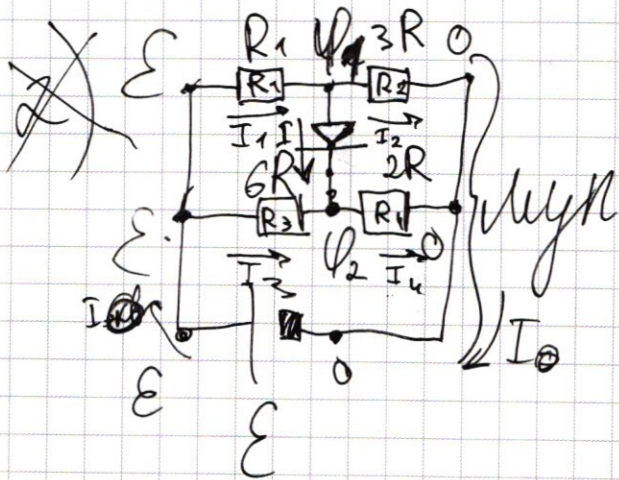
$$R = 1\text{Ом}$$



используем  
м.у.п.

$$1) I_{R_3} = I_{R_4}$$

$$= \frac{\mathcal{E} - 0}{R_3 + R_4} = \frac{\mathcal{E}}{8R} = 1\text{А}$$



Если  $\phi_1 - \phi_2 \geq U_0$  то  
пометим  $\Rightarrow$  найдём

$$I_3 = \frac{\mathcal{E} - \phi_2}{6R}$$

$$I_4 = \frac{\phi_2}{2R}$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E} - \phi_1}{3R}$$

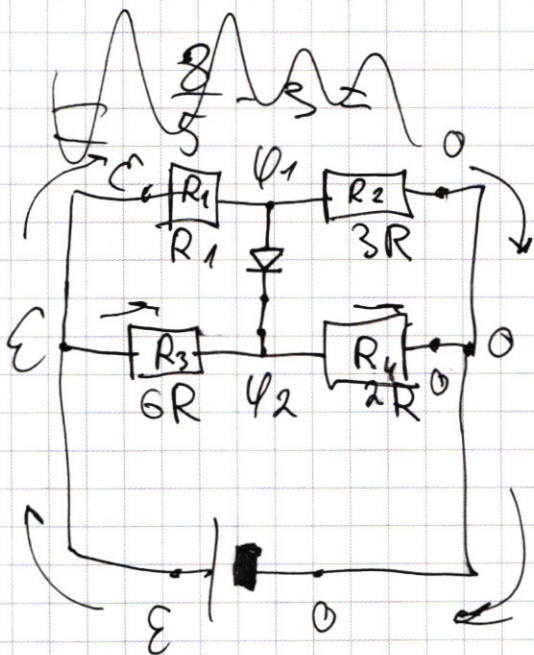
$$I_2 = \frac{\phi_1}{6R}$$



$$\frac{R}{R_1 + 3R} \leq \frac{\frac{3}{4}\varepsilon - U_0}{\varepsilon}$$

$$R_1 + 3R \leq \frac{\varepsilon R}{\frac{3}{4}\varepsilon - U_0}$$

$$R_1 \leq \frac{\varepsilon R}{\frac{3}{4}\varepsilon - U_0} - 3R = \frac{8 \cdot 1}{\frac{3}{4} \cdot 8 - 1} - 3 = 2 \text{ Ом}$$



Ке мериэм  $\Rightarrow$

$$U_0 > \varphi_1 - \varphi_2$$

$$\begin{cases} \varepsilon - \varphi_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + 3R} \cdot R_1 \\ \varepsilon - \varphi_2 = \frac{\varepsilon}{8R} \cdot 6R \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{\varphi_1 \cdot R_1}{3R} = \varepsilon - \varphi_1$$

$$\Rightarrow \varepsilon - \varphi_2 - \varepsilon + \varphi_1 = \frac{3}{4}\varepsilon - \frac{\varepsilon R_1}{R_1 + 3R}$$

$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{3}{4}\varepsilon - \frac{\varepsilon R_1}{R_1 + 3R}$$

$$\varphi_2 = 6R$$

$$\varphi_1 = 4B$$

Получ. зн.

$$-U_0 + \frac{3}{4}\varepsilon = \frac{\varepsilon R_1}{R_1 + 3R}$$

$$(R_1 + 3R)\left(\frac{3}{4}\varepsilon - U_0\right) = \varepsilon R_1$$

$$R_1\left(\frac{3}{4}\varepsilon - U_0\right) - 3R\left(\frac{3}{4}\varepsilon - U_0\right) - \varepsilon R_1 = 0$$

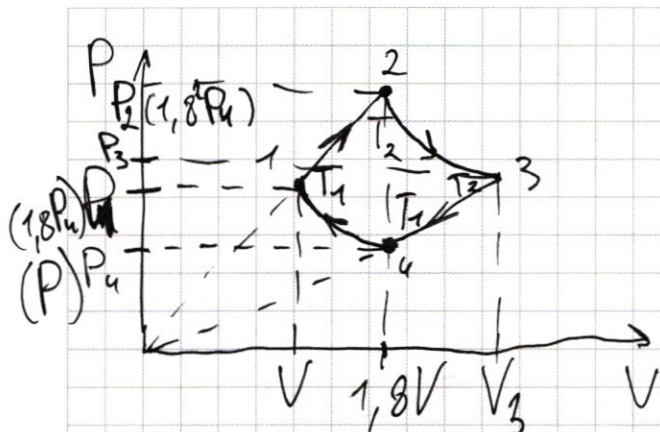
$$R_1\left(-\frac{1}{4}\varepsilon - U_0\right) = 3R\left(\frac{3}{4}\varepsilon - U_0\right)$$

$$\frac{\varepsilon - \varphi_1}{R_1} = \frac{\varepsilon}{R_1 + 3R}$$

$$\varepsilon - \varphi_1 = \frac{\varepsilon R_1}{R_1 + 3R}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$i = 3$$

Для  $2 \rightarrow 3$   
 $1,8 \cdot 1,8^2 PV = \nu RT_2$   
 $P_3 V_3 = \nu RT_2$

для  $4 \rightarrow 1$

$$\begin{aligned} P_4 \cdot 1,8V &= \nu RT_1 \\ P_1 V &= \nu RT_1 \end{aligned} \Rightarrow \frac{P_4}{P_1} = \frac{1,8V}{V} = 1,8$$

для  $1 \rightarrow 2$ :

$$\begin{aligned} P_1 V &= \nu RT_1 \\ 1,8 P_2 V &= \nu RT_2 \end{aligned}$$

для  $3 \rightarrow 4$ :

$$\begin{aligned} 1,8 P_4 V &= \nu RT_1 \\ P_3 V_3 &= \nu RT_2 \end{aligned}$$

$$\frac{P_1}{V} = \frac{P_2}{1,8V} \Rightarrow P_2 = 1,8 P_1$$

$$P_4 = P$$

$$\begin{array}{r} \times 1,8 \\ 1,8 \\ \hline 144 \\ + 180 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$\frac{1,8 PV = \nu RT_1}{1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,8 PV = \nu RT_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1,8^2 \Rightarrow T_2 = 3,24 T_1$$

$$\frac{P}{1,8V} = \frac{P_3}{1,8V_3} \Rightarrow P_3 = \frac{PV_3}{1,8V}$$

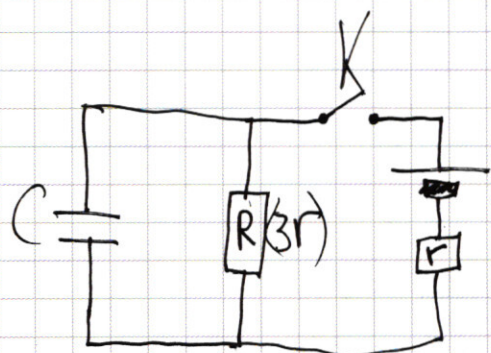
$$\begin{aligned} 1,8 P V &= \nu R T_1 \\ \frac{PV^2}{1,8V} &= \nu R T_2 \end{aligned}$$



$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = (P_2 V_2 - P_1 V_1) \cdot \frac{1}{2} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = 2 \nu R (T_2 - T_1)$$

В)  $C = \frac{Q_{12}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{2 \nu R (T_2 - T_1)}{\nu(T_2 - T_1)} = 2R$



13

1) ε сразу после — ?

2)  $I_c$  перед — ?

3) Q после — ?

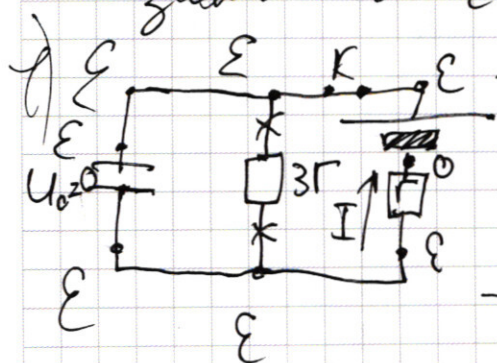
и  $I_c$  когда  $I_c$  — max

Сразу после замыкания ток

через конденсатор не идет, т.к до

зам.  $U_c = 0 \Rightarrow$  пос. сразу после  $U_{сн} = 0 \Rightarrow$

$U_{с до} = 0 \Rightarrow U_{с после} = 0$



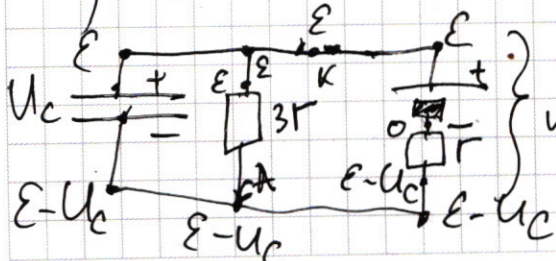
Используем  
метод узловых  
потенциалов.

из рисунка

$$I = \frac{\varepsilon - 0}{r} = \frac{\varepsilon}{r}$$

2)  $P_c = I_c \cdot U_c$

В разветвленной цепи:



используем  
м.у.п.

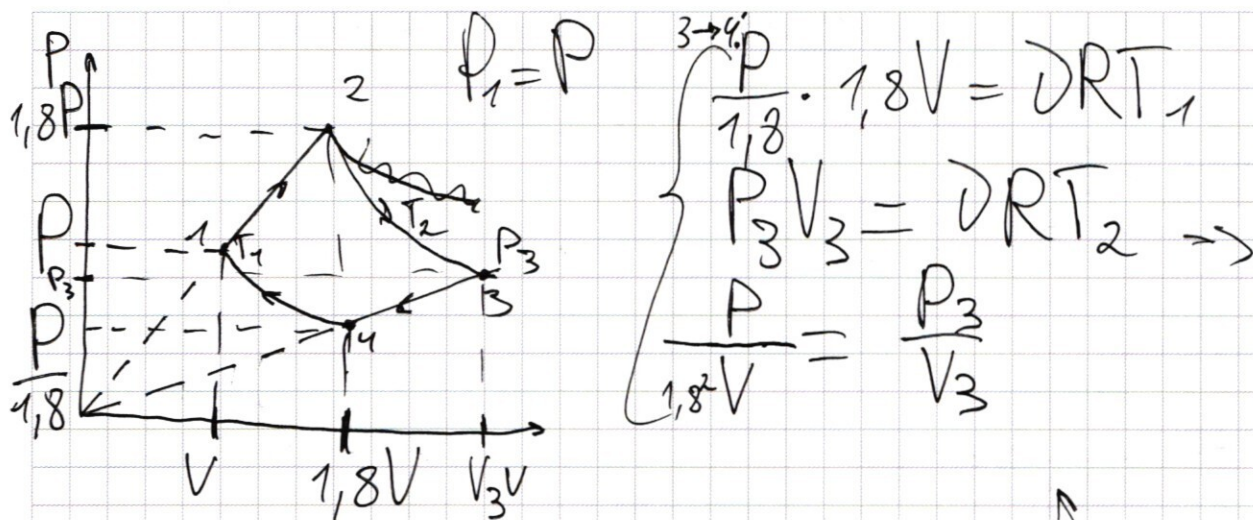
$$I_{3\Omega} = \frac{\varepsilon - \varepsilon + U_c}{3\Omega} = \frac{U_c}{3\Omega}$$

$$I_r = \frac{\varepsilon - U_c - 0}{r} = \frac{\varepsilon - U_c}{r}$$

ЗЗЗ для А:  $I_c + I_{3\Omega} = I_r \Rightarrow$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1 → 2:

$$PV = \nu R T_1 \quad \left| \begin{array}{l} 1.8P \cdot 1.8V = \nu R T_2 \\ \frac{P}{1.8V} = \frac{P_3}{V_3} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1.8^2 \Rightarrow T_2 = 1.8^2 T_1$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_3 = \frac{PV_3}{1.8^2 V} \Rightarrow V_3 = \frac{P_3 \cdot 1.8^2 V}{P} \\ \frac{P_3^2 V}{1.8^2 V} = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{P_3^2 \cdot 1.8^2 V}{P} = \nu R \cdot 1.8^2 T_1 \\ PV = \nu R T_1 \end{array} \right. \quad PV = \nu R T_1$$

$$\frac{P_3^2 V}{P^2 V} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_1} \Rightarrow \frac{P_3}{P} = 1$$

1 → 2

$$C = \frac{\delta Q_{12}}{\delta T} \Rightarrow Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = (1.8^2 PV - PV) \cdot \frac{1}{2} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{2.24 PV}{2} + \frac{3}{2} (1.8^2 PV - PV) = 2 \cdot 2.24 PV$$



$$\Rightarrow I_c = I_r - I_{3r} = \frac{\varepsilon - U_c}{r} - \frac{U_c}{3r} = \frac{3\varepsilon - 4U_c}{3r}$$

$$P_c = I_c \cdot U_c = \frac{3\varepsilon U_c}{3r} - \frac{4U_c^2}{3r} = \frac{\varepsilon U_c}{r} - \frac{4}{3} \frac{U_c^2}{r}$$

Найти производную и прирав.  $\rightarrow \max$   
(по  $U_c$ )

$$\left( \frac{\varepsilon U_c}{r} - \frac{4}{3} \frac{U_c^2}{r} \right)' = 0$$

$$\frac{\varepsilon}{r} - \frac{8U_c}{3r} = 0$$

$$\frac{8U_c}{3} = \varepsilon$$

$$U_c = \frac{3}{8}\varepsilon \Rightarrow I_c = \frac{3\varepsilon - \frac{3}{2}\varepsilon}{3r} = \boxed{\frac{1}{2} \frac{\varepsilon}{r}}$$

Это перед  $\frac{R_0}{K}$

$$3) Q = \Delta W_c = W_c - 0 = W_c$$

$$Q = W_c = \frac{C U_{\text{сред}}^2}{2} = \frac{C \cdot \left(\frac{3}{8}\varepsilon\right)^2}{2} = \boxed{\frac{9CE}{128}}$$

НЧ.

$$\begin{cases} \frac{\varepsilon - U_1}{R_1} - \frac{U_1}{3R} = \frac{U_2 - \varepsilon}{6R} \\ (U_1 - U_2) \cdot \frac{\varepsilon - U_1}{R_1} = \frac{4U_2 - \varepsilon}{6R} = P_D \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_2 = \frac{4U_1 - \varepsilon}{2} = 5B \\ \frac{\varepsilon - U_1}{R_1} - \frac{U_1}{3} = \frac{4U_2 - \varepsilon}{6} = \frac{20-8}{6} = 2 \end{cases}$$

$$\frac{\varepsilon - U_1}{R_1} - \frac{U_1}{3} = 2 \Rightarrow \frac{8 - U_1}{R_1} - \frac{U_1}{3} = 2$$

☒ черновик    ☐ чистовик  
 (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № \_\_\_\_\_  
(Нумеровать только чистовики)



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} + \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{6R} = \frac{\varphi_1}{3R} + \frac{\varphi_2}{2R}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U_0 \text{ (мин. разность)}$$

$$\varphi_1 = U_0 + \varphi_2$$

$$\frac{\mathcal{E} - U_0 - \varphi_2}{R_1} + \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{6R} = \frac{U_0 + \varphi_2}{3R} + \frac{\varphi_2}{2R} = \frac{2U_0 + 5\varphi_2}{6R}$$

$$\frac{\mathcal{E} - U_0 - \varphi_2}{R_1} = \frac{2U_0 + 5\varphi_2 - \mathcal{E} + \varphi_2}{6R}$$

$$\frac{\mathcal{E} - U_0}{R_1} - \frac{\varphi_2}{R_1} = \frac{2U_0 - \mathcal{E}}{6R} + \frac{\varphi_2}{6R}$$

Предположим, что он замкнут:

$$\mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{R_1 + 3R} \cdot R_1 = \varphi_1$$

$$\mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{6R} \cdot 6R = \varphi_2$$

$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E} R_1}{R_1 + 3R} - \mathcal{E} + \frac{\mathcal{E} \cdot 6}{6}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{3}{4} \mathcal{E} - \frac{R_1}{R_1 + 3R} \mathcal{E} \geq U_0$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)



N4(2) прогнать.

$$\frac{\varphi_1}{3R} \cdot R_1 = \varepsilon - \varphi_1 \Rightarrow \varphi_1 \left( \frac{R_1}{3R} + 1 \right) = \varepsilon$$

$$R_1 = \frac{3R(\varepsilon - \varphi_1)}{\varphi_1} = \frac{3R(\varepsilon - \varphi_1)}{\varphi_1}$$

и переберем значение

$$\varphi_2 = (I_{R_3} \cdot R_3) + \varepsilon = \varepsilon - 1.6 = 2B$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 \geq U_0, \text{ тогда } I_{\text{смы}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi_1 \geq U_0 + \varphi_2$$

$$\varphi_1 \geq 3B$$

попробуем:

$$R_1 = \frac{3R \cdot (8 - 3)}{3} = 5 \text{ Ом}$$

$$\varphi_1 \left( \frac{R_1}{3R} + 1 \right) = \varepsilon \Rightarrow \text{при } R_1 \downarrow \varphi_1 \uparrow \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_1 \in (0 \text{ Ом}; 5 \text{ Ом}]$$

$$\frac{5}{3} \varphi_1 = \varepsilon - \varphi_1$$

$$\frac{8}{3} \varphi_1 = \varepsilon$$

$$\varphi_1 = \frac{3}{8} \varepsilon = 3B$$

3)  $P_D = I_D \cdot U_0$

$$I_D = I_1 - I_2 = \frac{\varepsilon - \varphi_1}{R_1} - \frac{\varphi_1}{3R}$$

$$U_D = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\varphi_1}{3R}$$

