

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 11-08

Класс 11

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

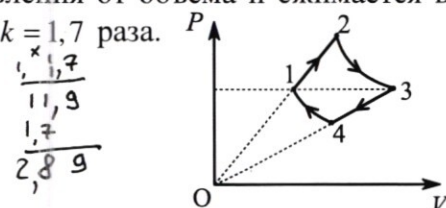
- ✓ 1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 4 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 . 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. В процессе 3-4 давление газа уменьшается в $k = 1,7$ раза.

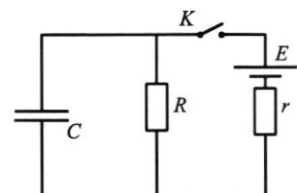
Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.

- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.



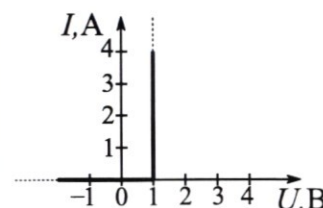
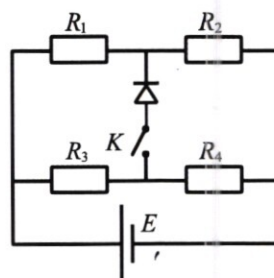
- ✓ 3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 4R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 1) Найти ток, текущий через резистор R , сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение на конденсаторе сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.



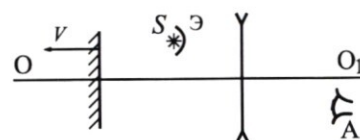
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 10$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_4 = 15$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 1) Найти ток через резистор R_1 при разомкнутом ключе K .
- 2) При каких значениях R_3 ток потечет через диод при замкнутом ключе K ?
- 3) При каком значении R_3 мощность тепловых потерь на диоде будет равна $P_D = 0,8$ 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 $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/3$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $11F/18$ 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.



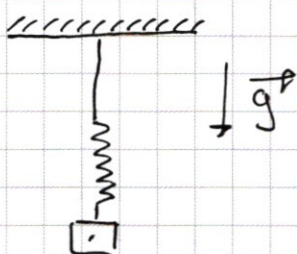
$$\frac{15(10+2-5\cdot\frac{4}{5})}{10-2+\frac{4}{5}(35)} = \frac{15\cdot 8}{36} = \begin{array}{r} +8+ \\ +28 \\ \hline 36 \end{array}$$

$$= \frac{15\cdot 4}{9}$$

$$R_3 = \frac{15\cdot 4}{9}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

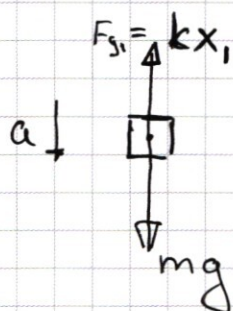
Задача 51)



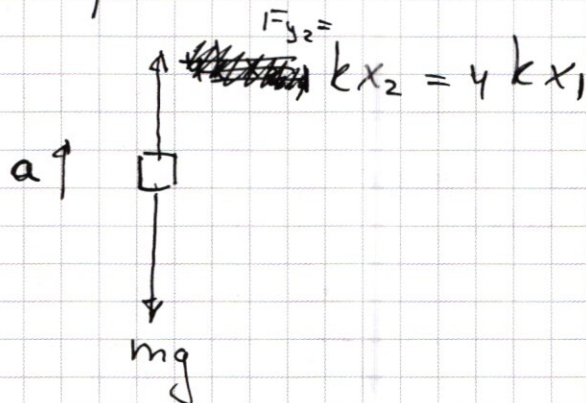
модули
т. к. ускорений в моменты
времени t_1 и t_2 равны $\Rightarrow$
равнодействующие силы,
действующие на ~~массу~~ груз
также равны.

Рассмотрим силы:

(t_1):



(t_2):



Указанная в условии ситуация может осуществиться тогда и только тогда, когда ускорение меняет свое направление:

II закон Ньютона:

Для t_1 : $ma = mg - kx_1$;

$4kx_1 = kx_2$;

t_2 : $ma = kx_2 - mg$;

$a = g - \frac{kx_1}{m}$

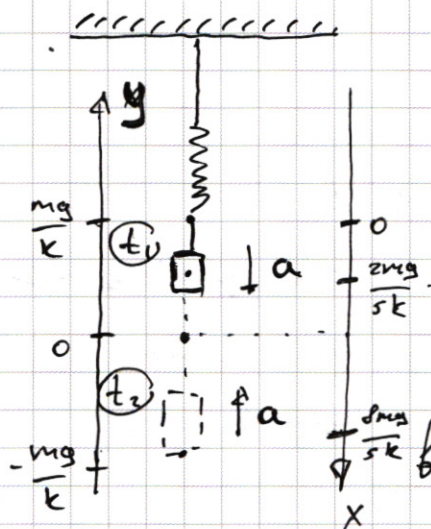
$a = \frac{4kx_1}{m} - g$

$\Rightarrow g - \frac{kx_1}{m} = \frac{4kx_1}{m} - g$

$2g = \frac{5kx_1}{m} \Rightarrow kx_1 = \frac{2mg}{5}$

$ma = mg - \frac{2mg}{5} = \frac{3mg}{5} \Rightarrow a = \frac{3}{5}g$

В процессе отскачка в условии происходит механические колебания, причем $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, а $A = \frac{mg}{k}$; (ускорение равно 0, т.к. система анимитуда когда $mg = kx \Rightarrow x = \frac{mg}{k}$)



E - энергия полная энергии системы

$$E = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + mgy$$

$$x_1 = \frac{2mg}{5k}$$

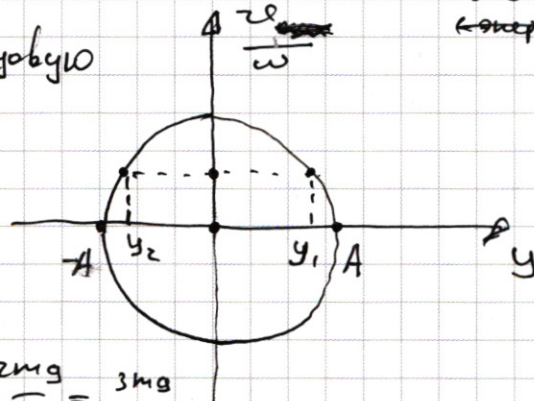
$$x_2 = 4x_1 = \frac{8mg}{5k}$$

в точке $y=0$ E_k - максимальная, $E_{\text{упр}} = 0$

т.к. $\vec{F} = 0$, а в $y = \frac{mg}{k}$

$v=0 \rightarrow E_{\text{упр}} - \text{максимальная}$ (энергия упругости)

Изобразим фазовую плоскость:



$$y_1 = \frac{mg}{k} - \frac{2mg}{5k} = \frac{3mg}{5k}$$

$$y_2 = -\frac{8mg}{5k} + \frac{mg}{k} = -\frac{3mg}{5k}$$

$\Rightarrow$ из равенства $|y_1|$ и $|y_2|$ следует, что скорости в точках 1 и 2 равны $\Rightarrow$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$K_1 = \frac{E_{k1}}{E_{k2}} = 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Полная энергия системы:

$$E = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} + mgh$$

~~Энергия~~ Энергия кинет. максимальна в
точке $y=0$, т.к. $\sum \vec{F} = 0$

Энергия пружины максимальна в точке $y = -\frac{mg}{k}$,
т.к. x - максимальна. В этой точке $v=0 \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = 0$

$$\textcircled{1} \quad E = \frac{k\left(\frac{mg}{k}\right)^2}{2} + E_{k\max} + mg \cdot \frac{mg}{k} \Rightarrow$$

$$E = \frac{k m^2 g^2}{2 k^2} + \frac{m^2 g^2}{k} + E_{k\max} = \frac{3}{2} \frac{m^2 g^2}{k} + E_{k\max}$$

$$\textcircled{2} \quad E = E_{\text{пруж max}} \Rightarrow E_{k\max} = E_{\text{пруж max}} - \frac{3}{2} \frac{m^2 g^2}{k}$$

$$E_{\text{пруж max}} = \frac{k \left(\frac{mg}{k}\right)^2}{2} = \frac{4 k m^2 g^2}{2 k^2} = \frac{2 m^2 g^2}{k}$$

$$E_{k\max} = \frac{2 m^2 g^2}{k} - \frac{3}{2} \frac{m^2 g^2}{k} = \frac{1}{2} \frac{m^2 g^2}{k}$$

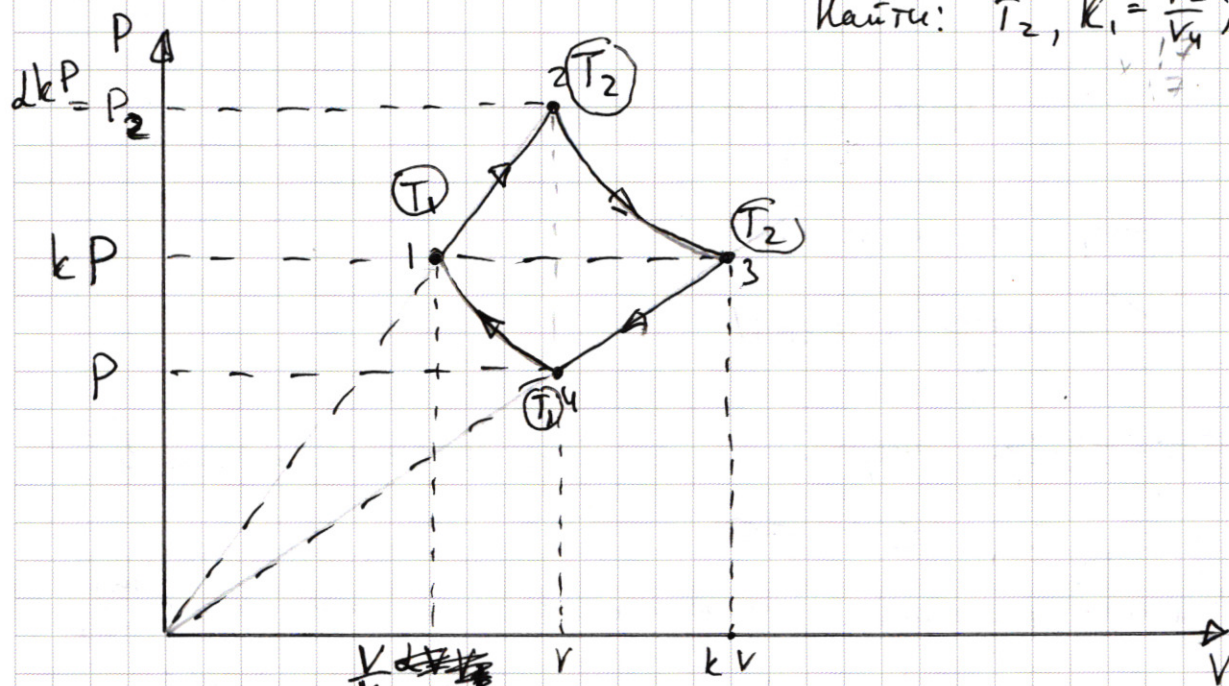
$$k_2 = \frac{E_{\text{пруж max}}}{E_{k\max}} = \frac{2 m^2 g^2 \cdot 2 k}{k m^2 g^2} = 4$$

Ответ: 1) $a = \frac{3}{5}g$ 2) $k_1 = 1$ 3) $k_2 = 4$

Задача 2)

Дано: T_1 , $\frac{P_3}{P_4} = 1,7 = k$, $P_1 = P_3$, $i = 3$

Найти: T_2 , $k_1 = \frac{V_2}{V_4}$; C_{34}



$T_4 = T_1$, $T_2 = T_3$, т.е. 4-1 и 2-3 изотермич. процессы

Если $V_4 = V$, то $V_3 = kV$, т.е. $\frac{P}{V} = \text{const}$

$$\begin{aligned} P_4 \cdot V_4 &= \nu R T_1 \Rightarrow PV = \nu R T_1 & \frac{1}{k^2} &= \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \\ P_3 V_3 &= \nu R T_2 & k^2 PV &= \nu R T_2 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow T_2 = k^2 T_1 = \underline{\underline{2,89 T_1}}$$

$$k P V_1 = \nu R T_1 = PV \Rightarrow k V_1 = V \Rightarrow V_1 = \frac{V}{k}$$

Уравнение Менг. Клайп для точки ①

Для точки ②:

$$P_2 \cdot V_2 = \nu R T_2 = k P \cdot k V = k^2 PV$$

пусть $P_2 = \alpha k P$, $\alpha > 1 \Rightarrow V_2 = \alpha \frac{V}{k}$

$$\alpha k P \cdot \alpha \frac{V}{k} = k^2 PV \Rightarrow \alpha^2 = k^2 \quad \alpha = k \Rightarrow$$

$$V_2 = k \cdot \frac{V}{k} = V \Rightarrow k_1 = \frac{V_2}{V_4} = \frac{V}{V} = 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C_{34} = \frac{|Q|_{34}}{V \cdot |\Delta T|_{34}}$$

$$|Q| = \frac{3}{2} \cancel{VR(T_2 - T_1)} + |AU| + |A|$$

$$|AU| = \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1); |A| = \left(\frac{P + kP}{2}\right) \cdot (kV - V) = \frac{3}{2} (k^2 PV - PV)$$

"Площадь
под графиком
процессом 34"

$$= \frac{PV}{2} (k^2 - 1)$$

$$|Q| = \frac{3}{2} PV(k^2 - 1) + \frac{PV}{2} (k^2 - 1) = 2PV(k^2 - 1) =$$

$$= 2 \cdot VR T_1 (k^2 - 1)$$

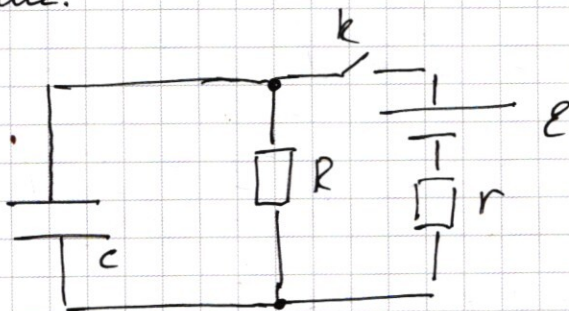
$$|\Delta T| = T_2 - T_1 = k^2 T_1 - T_1 = T_1 (k^2 - 1)$$

$$C = \frac{2 \cdot VR T_1 (k^2 - 1)}{V \cdot T_1 (k^2 - 1)} = 2R$$

Ответ: 1) $T_2 = k^2 T_1 = 2,89 T_1$, 2) $k_1 = 1$ 3) $C = 2R$

③ Дано: $\mathcal{E}, R, C, r = 4R$

Решение:

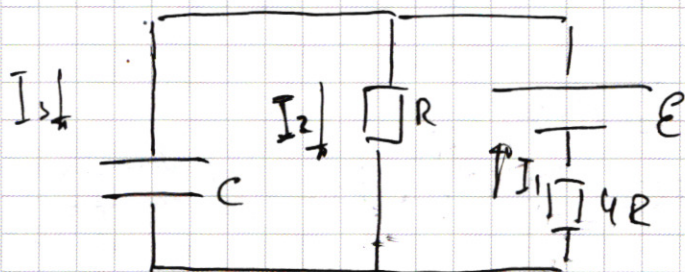


1) В момент замыкания ключа конденсатор не имеет заряда $\Rightarrow$ в момент времени $t=0$
 $U_C = 0 \Rightarrow U_R = 0 \Rightarrow$
 $I_R = \frac{U_R}{R} = 0$

$$W_{\text{конд}} = \frac{q^2}{2C} - \text{энергия конденсатора}$$

$$\mathcal{E} = \dot{W}_{\text{конд}} = \frac{2q \cdot \dot{q}}{2C} = \frac{q \dot{q}}{C} = \frac{q \cdot I}{C}$$

(скорость изменения энергии)



Рассмотрим контурный момент времени:

Правило Кирхгофа:
(для внешнего контура)

$$\mathcal{E} = 4R I_1 + \frac{q}{C} \quad \bigg| \frac{d}{dt}$$

$$0 = 4R \dot{I}_1 + \frac{I_3}{C}$$

~~$$\dot{I}_2 R + 4R \dot{I}_1 = 0$$~~

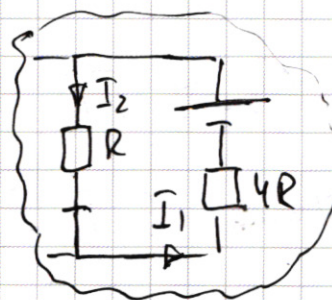
~~$$\dot{I}_2 R + 4R \dot{I}_1 = 0$$~~

Правило Кирхгофа для внутреннего контура с двумя сопротивлениями:

$$\mathcal{E} = R \dot{I}_2 + 4R \dot{I}_1 \quad \bigg| \frac{d}{dt}$$

$$0 = R \dot{I}_2 + 4R \dot{I}_1$$

$$4\dot{I}_1 = -\dot{I}_2$$



$$\dot{I}_1 = \dot{I}_2 + \dot{I}_3 \bigg| \frac{d}{dt} \Rightarrow \dot{I}_1 = \dot{I}_2 + \dot{I}_3 \Rightarrow$$

$$\dot{I}_1 = -4\dot{I}_1 + \dot{I}_3 \quad \bigg| 5\dot{I}_1 = \dot{I}_3$$

$$0 = 4R \dot{I}_1 + \frac{I_3}{C} \Rightarrow 0 = \frac{4R \dot{I}_3}{5} + \frac{I_3}{C}$$

Пусть $I_3 = A e^{\lambda t}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$0 = \frac{4R}{5} \cdot A \lambda e^{\lambda t} + \frac{A e^{\lambda t}}{C}$$

$$0 = \frac{4R}{5} \cdot \lambda + \frac{1}{C} \Rightarrow \lambda = -\frac{5}{4RC}$$

В момент времени $t=0$

$$I_3 = \frac{\mathcal{E}}{4R} = A e^{\lambda \cdot 0} = A$$

$$I_3 = \frac{\mathcal{E}}{4R} \cdot e^{-\frac{5t}{4RC}}$$

$$q = \int I_3 dt = -\frac{\mathcal{E}}{4R} \cdot \frac{4RC}{5} \cdot e^{-\frac{5t}{4RC}} + C$$

Т.к. заряд в начале равен нулю:

$$q = \frac{\mathcal{E}C}{5} - \frac{\mathcal{E}C}{5} \cdot e^{-\frac{5t}{4RC}}$$

$$\tau = \frac{\frac{\mathcal{E}C}{5} (1 - e^{-\frac{5t}{4RC}}) \cdot \frac{\mathcal{E}}{4R} (e^{-\frac{5t}{4RC}})}{C} = \frac{\mathcal{E}^2}{20R} (1 - e^{-\frac{5t}{4RC}}) e^{-\frac{5t}{4RC}}$$

τ -максимальна, когда

максимальна. Вершина $= -\frac{1}{-2} = \frac{1}{2} \Rightarrow$ максим. змет. функ-

$$\text{ции } f(t) = \frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \Rightarrow \tau_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{20R} \cdot \frac{1}{4} = \frac{\mathcal{E}^2}{80R}$$

$$q = \frac{\mathcal{E}C}{5} - \frac{\mathcal{E}C}{5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\mathcal{E}C}{10} \Rightarrow U = \frac{q}{C} = \frac{\mathcal{E}}{10}$$

Напряж.
перед размык
равно напряж
после размык

Ответ: 1) $I_R = 0$; 2) $U = \frac{\mathcal{E}}{10}$ 3) $\mathcal{Q}_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{80R}$

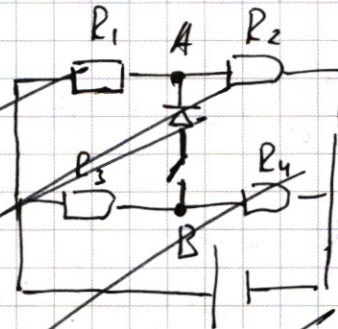
Задача 4) Дано: $\mathcal{E} = 10\text{ В}$, $R_1 = 30\text{ Ом}$, $R_2 = 50\text{ Ом}$, $R_3 = 150\text{ Ом}$
 $U_0 = 1\text{ В}$

Решение:

1) Наиболее схемой называется
схема, когда напряжение
разности потенциалов

$U_A - U_B = 0$. Такое возможно

когда $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4} \Rightarrow R_3 = 150\text{ Ом}$

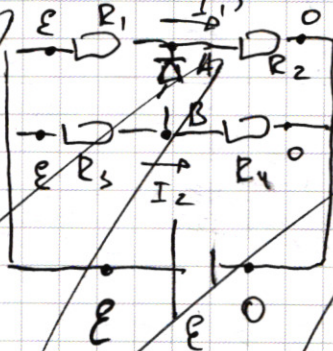


$$R_{\text{общ}} = \frac{(R_3 + R_4)(R_1 + R_2)}{R_3 + R_2 + R_4 + R_1} = \frac{30 \cdot 10}{40} = 7,5\text{ Ом}$$

$$I_{\text{ист}} = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{общ}}} = \frac{10\text{ В}}{7,5\text{ Ом}} = \frac{4}{3}\text{ А}$$

$$I_1 = \frac{30}{40} \cdot I_{\text{ист}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{3}\text{ А} = 1\text{ А}$$

1) Так потечет I_1 , если $U_A - U_B \geq 1\text{ В}$



Воспользуемся методом
потенциалов:

$$I_1 = \left(\frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \right) \cdot \frac{\mathcal{E}(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} =$$

$$= \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{10\text{ В}}{100\text{ Ом}} = 1\text{ А}$$

тогда $U_A = \mathcal{E} - R_1 \cdot I_1 = 5\text{ В}$, тогда $U_B \leq 4\text{ В}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Напряжение на конденсаторе до размыкания ключа равно напряжению ~~после~~ ^{сразу} после размыкания $\Rightarrow U_{\text{сск}} = U = \frac{\mathcal{E}}{10}$

Ответ: 1) $I_c = 0$; 2) $U = \frac{\mathcal{E}}{10}$; 3) $U_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}^2}{80R}$

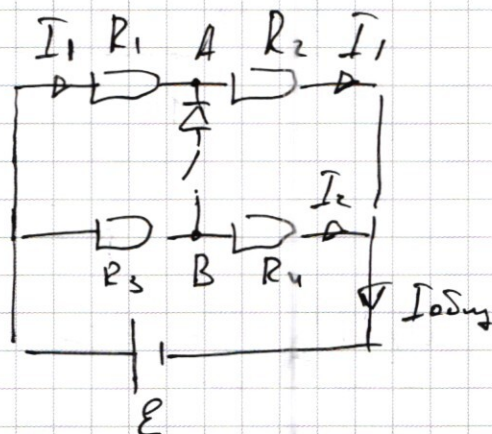
Задача 4)

$$1) R_{\text{осл}} = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

$$I_{\text{осл}} = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{осл}}};$$

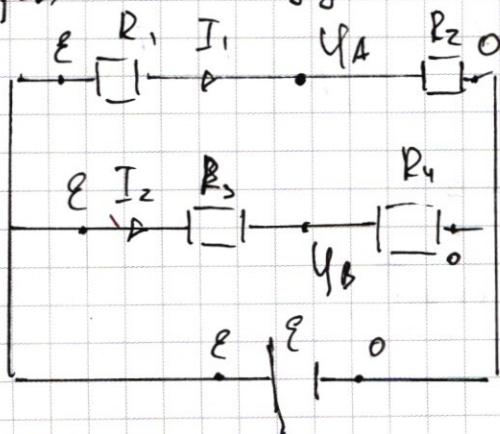
$$I_1 = \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{осл}}} =$$

$$= \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{10\text{В}}{10\text{Ом}} = 1\text{А};$$



2) Ток потечет через диод, если $\varphi_B - \varphi_A \geq U_0$

~~Или~~ Воспользуемся методом потенциалов:



$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4}$$

$$\varphi_A = \mathcal{E} - I_1 R_1 = \frac{5}{8}\mathcal{E}$$

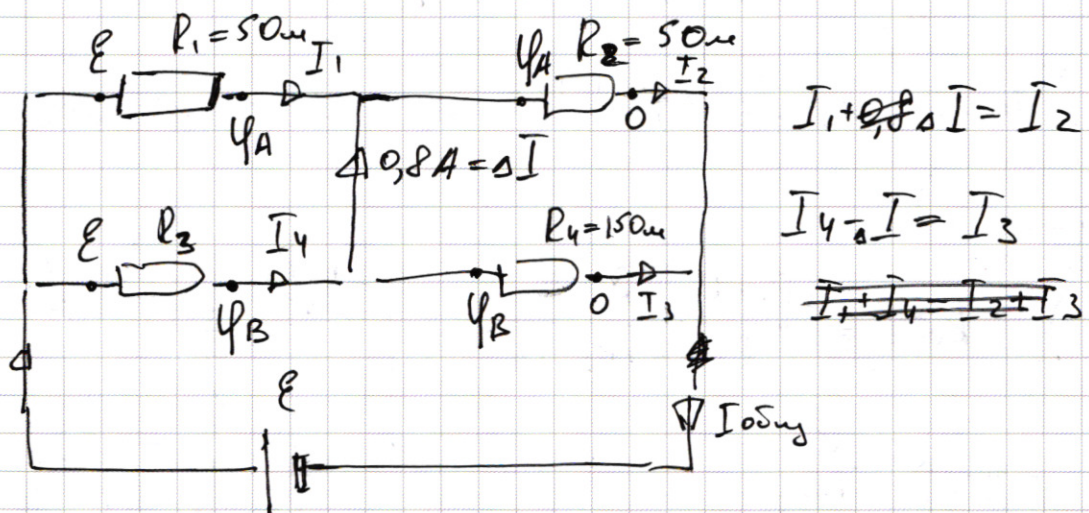
$$\varphi_B \leq \varphi_A - U_0 \quad \varphi_B \geq U_0 + \varphi_A$$

$$\mathcal{E} - \frac{R_3 \cdot \mathcal{E}}{R_3 + R_4} \geq \varphi_A + U_0$$

$$\frac{\mathcal{E} R_4}{R_3 + R_4} \geq \varphi_A + U_0 \Rightarrow R_3 \leq \frac{\mathcal{E} R_4}{\varphi_A + U_0} - R_4 \leq 100 \Omega$$

$$3) P_D = I_D \cdot U_0, U_D = U_0 \Rightarrow I_D = \frac{P_D}{U_0} = 0,8 A$$

Изобразим схему:



$$\varphi_B - \varphi_A = U_0 \Rightarrow \varphi_A = U_0 + \varphi_B = \varphi_B - U_0$$

$$\mathcal{E} - \varphi_B = R_3 \cdot I_4; \quad \varphi_A = R_2 I_2;$$

$$\mathcal{E} - \varphi_A = R_1 \cdot I_1; \quad \varphi_B = R_4 I_3;$$

$$\mathcal{E} - U_0 + \varphi_B = R_3 I_4; \quad -U_0 + \varphi_B = R_2 I_2;$$

$$\mathcal{E} + U_0 - \varphi_B = R_1 I_1; \quad \varphi_B = R_4 I_3;$$

$$\mathcal{E} - \varphi_B = R_3 I_3 + R_3 \Delta I;$$

$$\mathcal{E} + U_0 - \varphi_B = R_1 I_2 - R_1 \Delta I;$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$R_2 \bar{I}_2 = R_1 \bar{I}_2, \text{ т.к. } R_2 = R_1$$

$$\mathcal{E} - \mathcal{U}_B = R_3 I_3 + R_3 \Delta I$$

$$\mathcal{E} + \mathcal{U}_0 - \mathcal{U}_B = -\mathcal{U}_0 + \mathcal{U}_B - R_1 \Delta I$$

$$\mathcal{E} - R_4 I_3 = R_3 I_3 + R_3 \Delta I$$

$$\mathcal{E} + \mathcal{U}_0 - R_4 I_3 = -\mathcal{U}_0 + R_4 I_3 - R_1 \Delta I$$

$$\mathcal{E} - \Delta I R_3 = I_3 (R_3 + R_4) \Rightarrow I_3 = \frac{\mathcal{E} - \Delta I R_3}{R_3 + R_4}$$

$$\mathcal{E} + 2\mathcal{U}_0 + R_1 \Delta I = 2R_4 I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{\mathcal{E} + 2\mathcal{U}_0 + R_1 \Delta I}{2R_4}$$

$$\frac{\mathcal{E} - \Delta I R_3}{R_3 + R_4} = \frac{\mathcal{E} + 2\mathcal{U}_0 + R_1 \Delta I}{2R_4}$$

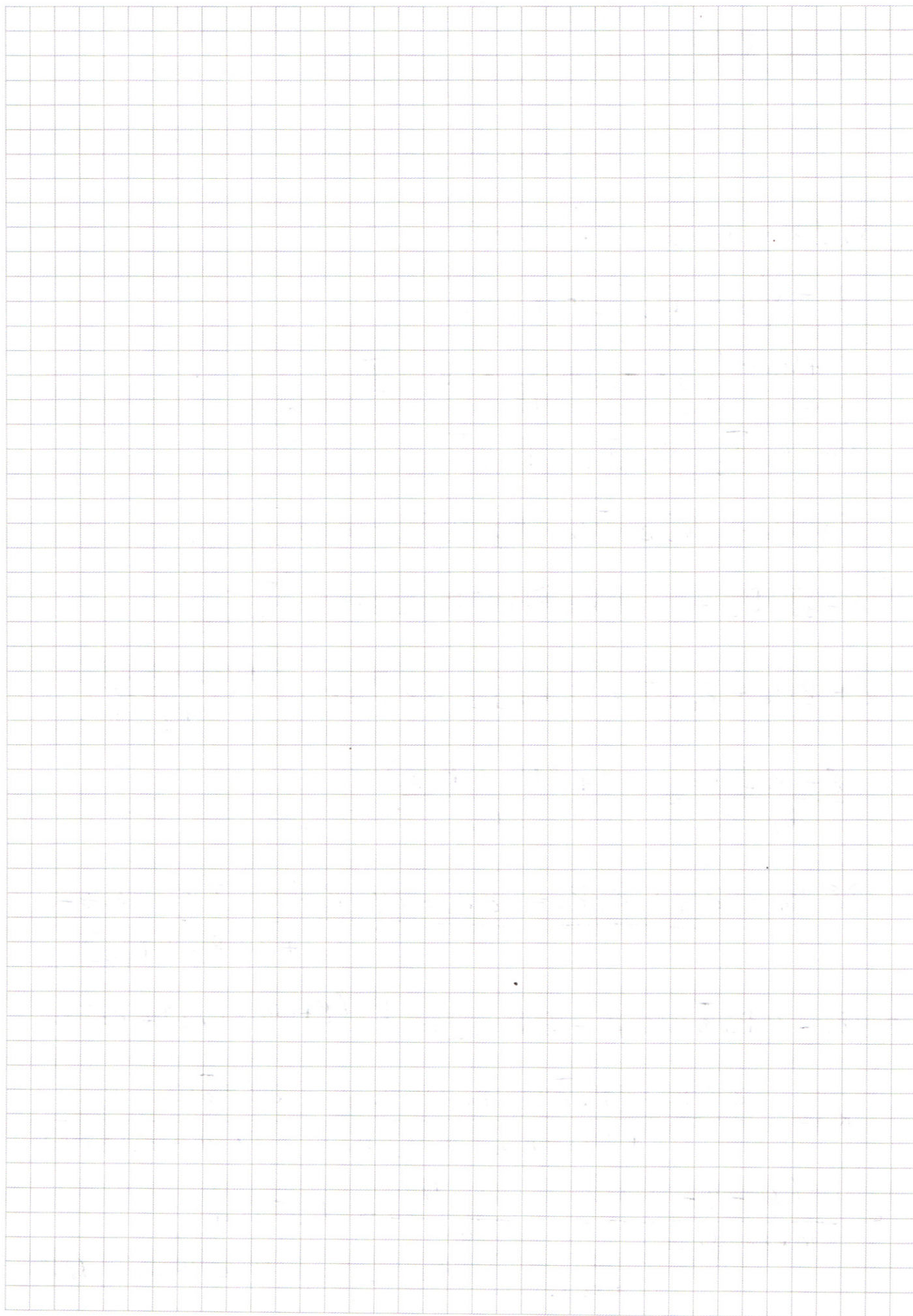
$$2\mathcal{E} R_4 - 2\Delta I R_3 R_4 = \mathcal{E} R_3 + 2\mathcal{U}_0 R_3 + R_1 \Delta I R_3 + \mathcal{E} R_4 + 2\mathcal{U}_0 R_4 + R_1 R_4 \Delta I$$

$$2\mathcal{E} R_4 - \mathcal{E} R_4 - 2\mathcal{U}_0 R_4 - R_1 R_4 \Delta I = R_3 (\mathcal{E} + 2\mathcal{U}_0 + R_1 \Delta I + 2\Delta I R_4)$$

$$R_3 = \frac{2\mathcal{E} R_4 - \mathcal{E} R_4 - 2\mathcal{U}_0 R_4 - R_1 R_4 \Delta I}{\mathcal{E} + 2\mathcal{U}_0 + R_1 \Delta I + 2\Delta I R_4} = \frac{R_4 (\mathcal{E} - 2\mathcal{U}_0 - R_1 \Delta I)}{\mathcal{E} + 2\mathcal{U}_0 + \Delta I (R_1 + 2R_4)}$$

$$= \frac{15 \left(10 - 2 - \frac{4}{5} \cdot 5 \right)}{10 + 2 + \frac{4}{5} \cdot 35} = \frac{15 \cdot 4}{40} = 1,5 \text{ Ом}$$

Ответ: 1) $\bar{I}_1 = 1 \text{ А}$ 2) $R_3 \leq 100 \text{ Ом}$ 3) $R_3 = 1,5 \text{ Ом}$



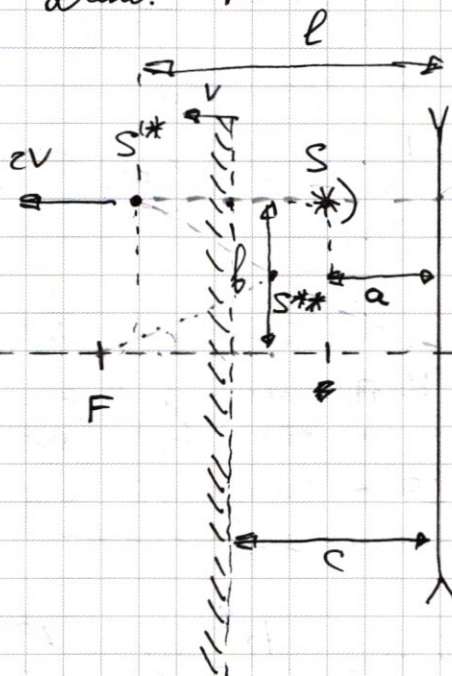
☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5)

Дано: F



$$a = \frac{F}{3}$$

$$b = \frac{8}{15} F$$

$$c = \frac{11}{18} F$$

S^* - источник света для линзы. от волunen отражением S в зеркале.

S^* - действительный источник, который дает мнимое изображение в рассеивающей линзе.

$$l = (c - a) \cdot 2 + a = \left(\frac{11}{18} F - \frac{F}{3} \right) \cdot 2 + \frac{F}{3} = \left(\left(\frac{11 - 6}{18} \right) \cdot 2 + \frac{1}{3} \right) F =$$

$$= \left(\frac{5}{9} + \frac{1}{3} \right) F = \frac{8}{9} F$$

Формула линзы:

$$\frac{1}{l} - \frac{1}{h} = -\frac{1}{F} \quad \frac{1}{h} = \frac{F + l}{F \cdot l} \Rightarrow h = \frac{F l}{F + l} = \frac{F \cdot \frac{8}{9} F}{\frac{17}{9} F} =$$

$$= \frac{8 F}{17}; \quad h - \text{расстояние от линзы до изображения!}$$

2) Если зеркало движется ^{вправо} со скоростью V , а S^* движется влево со скоростью $2V$

Пусть расстояние от S^{**} до оси $OO_1 = r$

$$r = \cancel{b} \cdot \frac{h}{\cancel{b}} = \frac{b}{E} \cdot \frac{F \cdot l}{F + l} = \frac{Fb}{F + l}$$

Возьмем производную по времени!

$$u = r' = F b ((F + e)^{-1})' = - F b (F + e)^{-2} \cdot l' =$$

$$= - \frac{F \cdot b}{(F + e)^2} \cdot 2V$$

u - скорость вертикаль

и - скорее вертикальный
направлена в к оси OO_1 (видно,
что при $T \rightarrow 0$, r будет $\downarrow$)

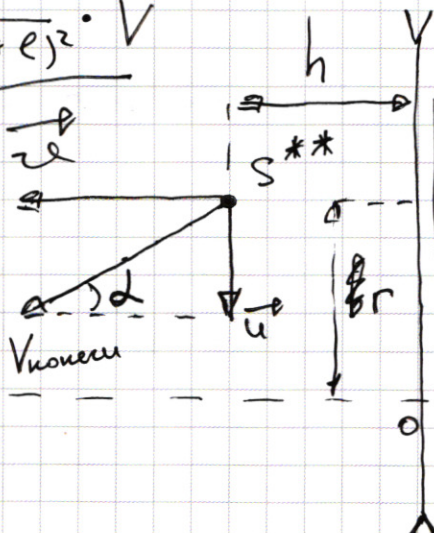
$$|U| = \frac{Fb}{(F+e)^2} \cdot 2V;$$

22 - скорость горизонтальной

$$\left| \frac{u}{2V} = \Gamma^2 \right| \quad u = \Gamma^2 \cdot 2V = \frac{h^2}{\ell^2} \cdot 2V = \frac{F^2 \ell^2}{(F + \ell)^2 \cdot \ell^2} \cdot 2V =$$

$$= \frac{2F^2}{(F + \ell)^2} \cdot V$$

h Y



$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{4}{2e} = \frac{f \cdot 2V(F+e)^2}{(F+e)^2 \cdot 2V \cdot F^2} = \\ &= \frac{f}{F} = \frac{f}{15} \\ \alpha &= \arctan\left(\frac{f}{15}\right) \end{aligned}$$

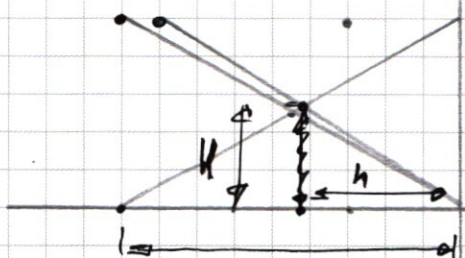
$$3) \quad V_{\text{max}} = \sqrt{v^2 + u^2} = \sqrt{\left(\frac{F^2}{(F+L)^2} \cdot 2V\right)^2 + \left(\frac{F \cdot b}{(F+L)^2} \cdot 2V\right)^2} =$$

$$= \frac{F}{(F+L)^2} \cdot (2V) \cdot \sqrt{F^2 + b^2} = \sqrt{F^2 + \frac{64}{225} F^2} \cdot \frac{2VF}{(F+L)^2} =$$

$$= \frac{17}{15} F \cdot \frac{2VF}{(F+L)^2} = \frac{2 \cdot 81}{12 \cdot 15} V \approx 0,63V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Gamma = \frac{g \cdot F \cdot 17}{g \cdot g F} = \frac{17}{g}$$



$$\begin{array}{r} 225 + \\ 64 \\ \hline 289 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\frac{54}{85}$$

$$\Gamma(d) = \frac{h}{d} = \frac{F}{F+d}$$

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

$$\frac{540}{5} \mid \frac{85}{10,8}$$

$$H = R \left(\frac{F}{F+d} \right)$$

$$\left(\frac{1}{3+x} \right)' = -(3+x)^{-1}$$

$$U' = R F \left(\frac{1}{F+d} \right)' =$$

Реш

85

$$= R \cdot F \left((F+d)^{-1} \right)' = R F \cdot -1 (F+d)^{-2} =$$

$$= -\frac{R F}{(F+d)^2} \cdot d'$$

$$\times \frac{27}{2} = \frac{54}{2}$$



$$l = \frac{g}{g} F$$

$$\left(\frac{17}{g} F \right)^2 =$$

$$= \frac{17}{15} \cdot 2 \cdot \frac{g^2}{17^2}$$

$$\frac{F^2 \cdot V}{F^2} =$$

$$\frac{2 \cdot 81}{17 \cdot 15} \cdot V =$$

$$= \frac{2 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 3}{17 \cdot 5 \cdot 3} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 3}{17 \cdot 5}$$

Order: 1) $h = \frac{8F}{17}$ 2) $\alpha = \arctg\left(\frac{8}{15}\right)$

3) $V_{\text{поверх}} \approx \frac{54,6V}{85} \approx 0,63V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\mathcal{E} - I_2 R_3 \leq \cancel{4B} U_A - U_0$$

$$I_2 = \cancel{R_1 + R_2} \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4} \quad (\text{Аналогично } I_1)$$

$$\mathcal{E} - \mathcal{E} \frac{R_3}{R_3 + R_4} \leq \cancel{4B} U_A - U_0$$

$$\mathcal{E} \left(1 - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \right) \leq \cancel{4B} U_A - U_0$$

$$\mathcal{E} \left(\frac{R_3 + R_4 - R_3}{R_3 + R_4} \right) \leq \cancel{4B} U_A - U_0$$

$$\frac{\mathcal{E} R_4}{R_3 + R_4} \leq \cancel{4B} U_A - U_0 \quad 10 \cdot 15 = \frac{10 \cdot 150}{45} \leq R_3 + 150 \text{ Ом}$$

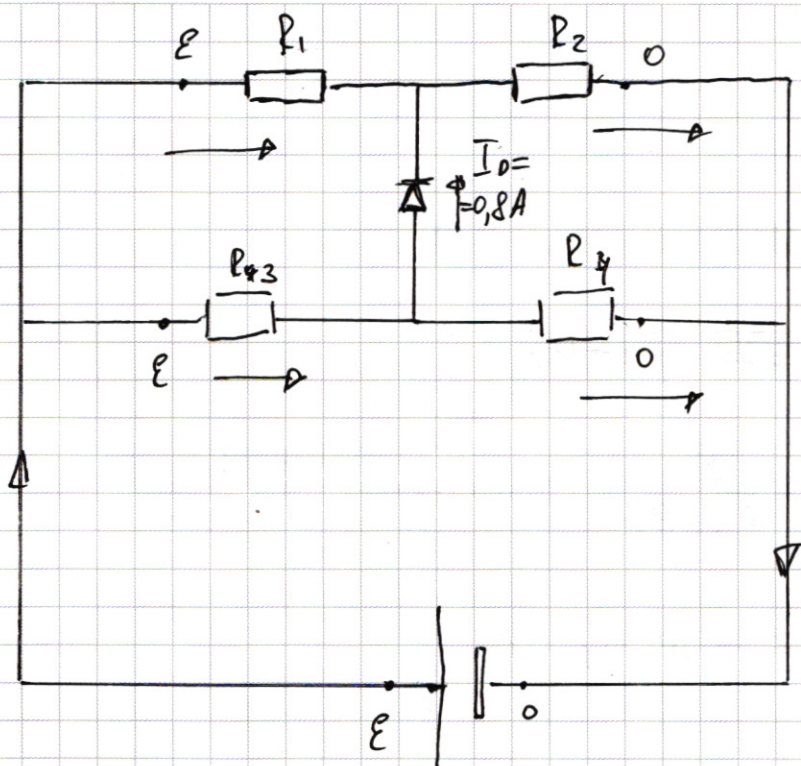
$$R_3 \geq \cancel{10 \cdot 150} \frac{\mathcal{E} R_4}{U_A - U_0} - R_4$$

$$R_3 \geq \frac{10 \cdot 15}{4} - 15 \geq \frac{5 \cdot 15}{2} - \frac{30}{2} \geq \frac{75 - 30}{2}$$

$$\geq \frac{45}{2} \geq 22,5 \text{ Ом}$$

3). $P_D = U_D \cdot I_D$; $U_D = U_0$; $\Rightarrow P_D = U_0 I_D \Rightarrow$

$$I_D = \frac{P_D}{U_0} = \frac{0,8 \text{ Вт}}{1 \text{ В}} = 0,8 \text{ А}$$



$$\frac{10 \cdot 15}{4} - 15 =$$

$$= \frac{5}{2} - 1 = \frac{3}{2} \cdot 15 =$$

$$= 22.5$$

$$I_{0\text{сч}} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}} = \frac{\mathcal{E}(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 R_3 R_2 + R_1 R_3 R_4 + R_2 R_4 R_1 + R_2 R_4 R_3}$$

$$01 = 51 - \frac{9}{5 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5} = \frac{9}{51 \cdot 01}$$