

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-06

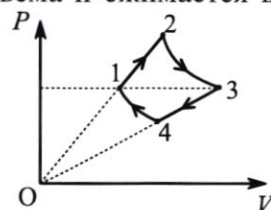
Класс 11

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 2,5 раза, а модули ускорений равны.

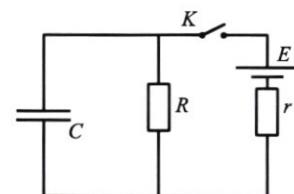
- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

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 объем газа уменьшается в $k = 1,9$ раза. Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.



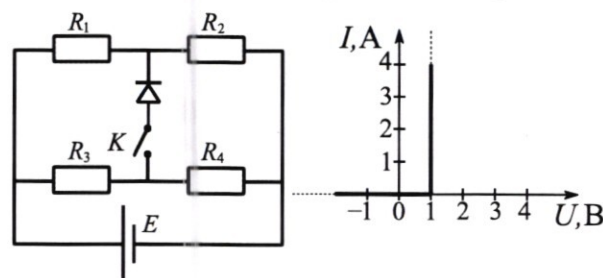
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.

3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 2R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.



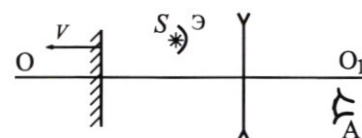
- 1) Найти напряжение на резисторе R сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти заряд конденсатора непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.

4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 12$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_4 = 22$ 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 $P_D = 3$ 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 $4F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $8F/5$ 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

1.

$$1) \begin{cases} |a_1| = |a_2| \\ 2,5 F_{y1} = F_{y2} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} F_m &= mg \\ F_y &= -kx \\ F &= ma = mg - kx \\ \Rightarrow a &= g - \frac{k}{m}x \end{aligned}$$

$$\begin{cases} a_1 = a_2 \\ 2,5 F_{y1} = F_{y2} \end{cases} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} a_1 = -a_2 \\ 2,5 F_{y1} = F_{y2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} g - \frac{k}{m}x_1 = g - \frac{k}{m}x_2 \\ 2,5 \cdot kx_1 = kx_2 \end{cases} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} g - \frac{k}{m}x_1 = \frac{k}{m}x_2 - g \\ 2,5 kx_1 = kx_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = x_2 \\ 2,5 x_1 = x_2 \end{cases} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} \frac{2mg}{k} = (x_1 + x_2) \\ 2,5 x_1 = x_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = 0 \\ x_2 = 0 \end{cases} \quad \text{что по условию не верно} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{cases} 3,5 x_1 = \frac{2mg}{k} \\ x_2 = 2,5 x_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = \frac{4mg}{7k} \\ x_2 = \frac{10mg}{7k} \end{cases} \quad \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} a_1 &= g - \frac{4}{7}g = \frac{3}{7}g \\ a_2 &= g - \frac{10}{7}g = -\frac{3}{7}g \end{aligned}$$

Ответ: $a_1 = \frac{3}{7}g$, $a_2 = -\frac{3}{7}g \approx -4,285$

2) В начале $E_k = 0 \Rightarrow$ По 3СЭ:

$E_k(x) = A_m(x) + A_y(x)$ (A_m и A_y — работа действующих сил тяжести и упругости, соответственно).

$A_m = mg \cdot x$ т.е. при перемещении вниз работа $F_m > 0$, а работа $F_y < 0$

$A_y = -\frac{kx^2}{2}$ и наоборот

1. 2) $\epsilon_k = \left(mg - \frac{k}{2} x \right) x$

$$\epsilon_{k1} = \left(mg - \frac{k}{2} x_1 \right) x_1 = \left(mg - \frac{2mg}{7} \right) \frac{4mg}{7k} = \frac{20}{7} \cdot \frac{(mg)^2}{k}$$

$$\epsilon_{k2} = \left(mg - \frac{k}{2} x_2 \right) x_2 = \left(mg - \frac{5mg}{7} \right) \frac{10mg}{7k} = \frac{20}{7} \cdot \frac{(mg)^2}{k}$$

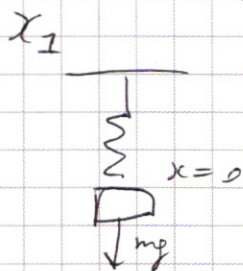
$$\rightarrow \frac{\epsilon_{k1}}{\epsilon_{k2}} = 1$$

Ответ: $\frac{\epsilon_{k1}}{\epsilon_{k2}} = 1$

3)

Шарик имеет 2 крайних пол-я:

$x_I = 0$ (сила тяжести больше сил упругости и толкает шарик вниз).



x_{II} - максимальное растяжение пружины. Достигается

(под действием шарика и силы пол-я, где $F_y = F_m$ (по модулю). При $x = x_{II}$ $\epsilon_{\text{упр}} = 0$,

а $F_y > F_m$. Найдем x_{II} :

$$\epsilon_k = \left(mg - \frac{k}{2} x \right) x = 0 \rightarrow x_{II} = \frac{2mg}{k}$$

$$\rightarrow x \in \left[0; \frac{2mg}{k} \right] \quad \epsilon_k = \left(mg - \frac{k}{2} x \right) x \rightarrow$$

$$x_{\text{max}} = \frac{mg}{k} \rightarrow \epsilon_{k \text{ max}} = \left(mg - \frac{mg}{2} \right) \frac{mg}{k} = \frac{(mg)^2}{2k}$$

ϵ_y - энергия деформации пружины.

$$\epsilon_y = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow \epsilon_{y \text{ max}} = \frac{kx_{II}^2}{2} = \frac{k}{2} \cdot \left(\frac{2mg}{k} \right)^2 =$$

$$= \frac{k}{2} \cdot \frac{4(mg)^2}{k^2} = \frac{2(mg)^2}{k} \Rightarrow \frac{\epsilon_{y \text{ max}}}{\epsilon_{k \text{ max}}} = 4$$

Ответ: $\frac{\epsilon_{y \text{ max}}}{\epsilon_{k \text{ max}}} = 4$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.

$$\begin{aligned}
 1) \quad V_3 &= \kappa V_4, \quad \frac{V_3}{V_4} = \frac{p_3}{p_4} \rightarrow p_3 = \kappa p_4 \\
 \rightarrow V_3 p_3 &= \kappa^2 V_4 p_4 \rightarrow \frac{V_3 p_3}{V_4 p_4} = \frac{T_3}{T_4} = \frac{T_3}{T_1} = \kappa^2 \\
 \rightarrow T_{23} &= \kappa^2 T_1 = 3,61 \cdot T_1 \\
 \text{Ответ: } &3,61 T_1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad \left\{ \begin{array}{l} p_1 V_1 = p_4 V_4 \\ p_2 V_2 = p_3 V_3 \\ \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{p_1} \\ \frac{V_3}{V_4} = \frac{p_3}{p_4} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} p_1 = p_3 \\ V_3 = \kappa V_4 \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} p_3 = \kappa p_4 \\ p_1 = \kappa p_4 \end{array}
 \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \kappa p_4 V_1 = p_4 V_4 \Leftrightarrow V_4 = \kappa V_1 \\ p_2 V_2 = \kappa^2 V_1 \kappa p_4 \Leftrightarrow p_2 V_2 = \kappa^3 V_1 p_4 \\ \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{\kappa p_4} \Leftrightarrow \frac{V_2}{p_2} = \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{V_1}{p_4} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow (V_2)^2 &= \kappa^2 (V_1)^2 \Leftrightarrow V_2 = \kappa V_1 \\
 \rightarrow p_2 &= \kappa^2 p_4 \\
 \frac{V_3}{V_4} &= \frac{p_3}{p_4} = \kappa = \frac{V_3}{\kappa V_1} \\
 \rightarrow V_3 &= \kappa^2 V_1
 \end{aligned}$$

Итак:

$$\begin{array}{l} p_1 = \kappa p_4 \\ p_2 = \kappa^2 p_4 \\ p_3 = \kappa p_4 \end{array} \quad \begin{array}{l} V_2 = \kappa V_1 \\ V_3 = \kappa^2 V_1 \\ V_4 = \kappa V_1 \end{array} \Rightarrow \frac{V_2}{V_4} = \frac{\kappa V_1}{\kappa V_1} = 1$$

Ответ: 1

2.

3)

$$C_k = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

$$= \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta U + A}{\frac{\Delta U}{\frac{i}{2}VR}} =$$

$$= \frac{i}{2}VR \cdot \frac{1}{V} \cdot \left(1 + \frac{A}{\Delta U}\right) =$$

$$= \frac{i}{2}R \cdot \left(1 + \frac{-V_1 p_4 \cdot R \cdot \frac{(k^2-1)}{2}}{-\frac{i}{2}V_1 p_4 k(k^2-1)}\right)$$

$$= \frac{i}{2}R \left(1 + \frac{\frac{1}{2}}{\frac{i}{2}}\right)$$

$$= \frac{i}{2}R \left(1 + \frac{1}{i}\right) =$$

$$\stackrel{i=3}{=} \frac{3}{2}R \left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{3}{2}R \left(\frac{4}{3}\right) = 2R$$

Ответ: $C_k = 2R \approx 16,628 \text{ (Ом/к. мкм)}$

$$\Delta Q = \Delta U + A = \frac{i}{2}VR \cdot \Delta T + A$$

$$A_{3 \rightarrow 4} = (p_4 + p_3) \cdot (V_4 - V_3)$$

$$= V_1 p_4 \cdot \frac{(1+k)^2 (k-k^2)}{2} =$$

$$= -V_1 p_4 \cdot k \cdot \frac{(k^2-1)}{2}$$

$$\Delta U = \frac{i}{2}VR \Delta T = \frac{i}{2}A(V_p)$$

$$= -\frac{i}{2} \cdot (V_3 p_3 - V_4 p_4) =$$

$$= \frac{i}{2} \cdot V_1 p_4 (k^2 \cdot k - k) =$$

$$= -\frac{i}{2} V_1 p_4 \cdot k (k^2 - 1)$$

3

1) сразу после замыкания ключа

конденсатор не заряжен $\rightarrow$ он не создает
напряжения. Но в то же время на

участке с конденсатором нет значительного

сопротивления $\rightarrow$ весь ток пойдет

только через него, а через резистор

R тока не будет.

Ответ: 0 (А)

2) Вольтамперная

x -малое сопротивление
участка с конденсатором.

$U_c = U_I + U_{с\pi}$ — напря-я на участке
с конденсатором, создаваемая шк-ком
 $\rightarrow$ ЭДС и конденсатором, соответственно.

Эс — ЭДС, создаваемая
конденсатором

U_c — напряжение на участке
с конденсатором I_c — ток
через этот участок.

E — энергии заряда
в конденсатора

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

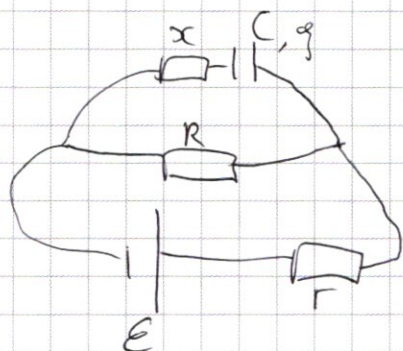
3. 2)

$\mathcal{U}_{\max}$:

$$E_q = \frac{q^2}{2C} \quad (E_q)'_t = \frac{q}{C} \cdot q'_t$$

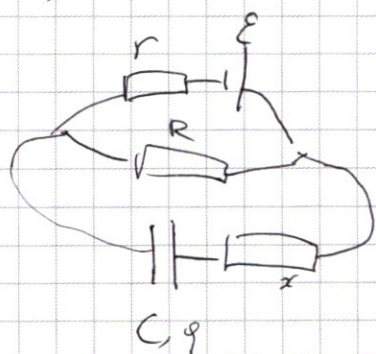
$$q'_t = I_c = \frac{U_c}{x} \quad U_c = U_{cI} + U_{cII}$$

$$U_{cI} = \mathcal{E} \cdot \frac{1}{\frac{1}{x} + \frac{1}{R}} = \mathcal{E} \cdot \frac{1}{1 + r(\frac{1}{x} + \frac{1}{R})}$$



с точки зрения
источника ЭДС:

$$U_{cII} = \mathcal{E}_c \cdot \frac{x}{x + \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{R}}} = \mathcal{E}_c \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{x} \cdot \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{R}}} \quad \mathcal{E}_c = -\frac{q}{C}$$



с точки зрения
конденсатора

$$\Rightarrow \frac{U_c}{x} = I_c = q'_t = \frac{U_{cI} + U_{cII}}{x} = \mathcal{E} \frac{1}{x + r + \frac{x}{R}} - \frac{q}{C} \cdot \frac{1}{x + \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{R}}}$$

$$x \rightarrow \infty \Rightarrow \mathcal{E} \frac{1}{r} - \frac{q}{C} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right) = q'_t$$

Умножим:

$$(E_q)'_t = \frac{q}{C} \cdot q'_t = \frac{q}{C} \left(\mathcal{E} \frac{1}{r} - \frac{q}{C} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right) \right)$$

$$(q > 0, \text{ т.к. конденсатор все время заряжается }) \Rightarrow \max((E_q)'_t) = \frac{q_{\max}}{C} \left(\mathcal{E} \frac{1}{r} - \frac{q_{\max}}{C} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right) \right)$$

$$q_{\max} = \frac{C\mathcal{E}}{2r(\frac{1}{r} + \frac{1}{R})} = \frac{C\mathcal{E}}{4r(\frac{1}{2r} + \frac{1}{R})} = \frac{\mathcal{E}}{4 \cdot 1,5 \cdot 6}$$

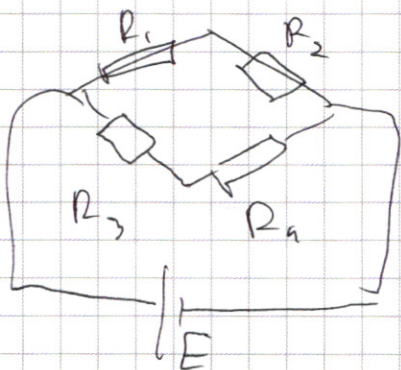
$$\left((E_q)'_t \right)'_t = \left(\frac{\mathcal{E}}{4r} - \frac{2}{C} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right) q \right) q'_t \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\mathcal{E}}{r} - \frac{2}{C} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right) q \stackrel{!}{=} 0 \Leftrightarrow - \left(q - \frac{C\mathcal{E}}{2r(\frac{1}{r} + \frac{1}{R})} \right) \stackrel{!}{=} 0 \quad \text{Ответ: } q_{\max} = \frac{C\mathcal{E}}{6}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad 3) \quad \max(E_g)_t &= \frac{\frac{CE}{6}}{C} \left(\frac{E}{r} - \frac{CE}{6C} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right) \right) = \\
 &= \frac{E}{6C} \left(\frac{E}{2R} - \frac{CE}{6C} \left(\frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \right) \right) = \frac{E}{6RC} \left(\frac{E}{2} - \frac{E}{6} \cdot 1.5 \right) \\
 &= \frac{E}{6RC} \cdot \left(\frac{E}{2} - \frac{E}{4} \right) = \frac{E}{6RC} \cdot \frac{E}{4} = \frac{E^2}{24RC} \\
 \text{Ответ: } \max(E_g)_t &= \frac{E^2}{24RC}
 \end{aligned}$$

4.

1) Тип разветвленной цепи
имеет вид:

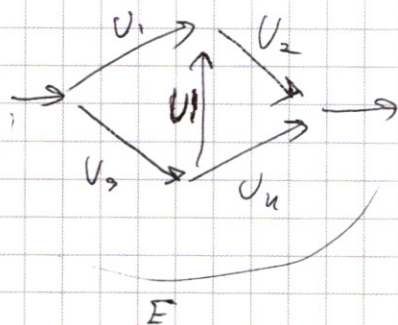


$$\begin{aligned}
 \text{Итого: } I_{R_1} &= I_{R_2} = I_{R_3} = \\
 &= \frac{U_{12}}{R_1 + R_2} = \frac{U_{34}}{R_3 + R_4} = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{E}{R_1 + R_2} \\
 &= \frac{12(\text{В})}{6(\text{Ом})} = 2(\text{А})
 \end{aligned}$$

Ответ: $I = 2(\text{А})$

2) Пусть U' — напряжение на
участке CD — диодов. Согласно правилу

Кирхгофа:



$$\begin{cases}
 U_1 + U_2 = E \\
 U_3 + U' = U_1 \\
 U' + U_2 = U_4 \\
 I = I_1 + I_3 \\
 I = I_2 + I_4
 \end{cases}
 \Rightarrow
 \begin{cases}
 U' = U_1 - U_3 \\
 U_1 + U_2 = U_3 + U_4 = E \\
 I_1 + I_3 = I_2 + I_4 = I
 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 U' = U_1 - U_3 \\
 U_1 + U_2 = U_3 + U_4 = E \\
 \frac{1}{R_1} U_1 + \frac{1}{R_3} U_3 = \frac{1}{R_2} U_2 + \frac{1}{R_4} U_4 = I
 \end{cases}$$

Необходимо: $U' \geq 1(\text{В}) \Leftrightarrow U_1 - U_3 \geq 1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4. 2) Также известно, что при включении
этого лампы ток через цепь не
изменяется:

$$I_2 = I_1 + I' \quad (I' - \text{ток через } \text{эту лампу})$$

$$I_4 = I_3 - I'$$

$$I = I_2 + I_4 = I_1 + I_3. \quad \text{А когда}$$

эту лампу не включают, она не создает контуров
тока $\rightarrow I = \frac{E}{R}$ (R - полный сопротив-
ление с ~~включенным~~ размычным
контуром).

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}} = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{6 \cdot (R_3 + 22)}{132 + R_3}$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{12}{\frac{6(R_3 + 22)}{132 + R_3}} = \frac{2(R_3 + 132)}{R_3 + 22} = \frac{2R_3 + 264}{R_3 + 22}$$

$$= \frac{2(R_3 + 22) + 220}{R_3 + 22} = 2 + \frac{220}{R_3 + 22}$$

Ищем:

$$\begin{cases} U_1 \geq U_3 + 1 \Leftrightarrow U_3 \leq U_1 - 1 \\ U_1 + U_2 = 12 = E \Leftrightarrow U_2 = 12 - U_1 \\ U_4 = U_1 + U_2 - U_3 = 12 - U_3 \\ \frac{1}{5} U_1 + \frac{1}{R_3} U_3 = U_2 + \frac{1}{22} U_4 = 2 + \frac{220}{R_3 + 22} \end{cases}$$

Обозначим R_3 как x :

$$\frac{1}{5} U_1 + \frac{1}{x} U_3 = 12 - U_1 + \frac{1}{22} (12 - U_3)$$

4. 2)

Получили в итоге:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.

Имеем

$$T_4 = T_1 \rightarrow \frac{T_3}{T_4} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{p_1 V_1}$$

$$p_3 = p_1 \rightarrow \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$\Rightarrow \frac{T_3}{T_1} =$$

$$V_3 = \kappa V_4$$

$$p_3 = \kappa p_4$$

$$\frac{V_3}{p_3} = \frac{V_4}{p_4}$$

$$\frac{V_3}{p_3} = \frac{V_4}{p_4}$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_3 = \frac{1}{\kappa} V_4$$

$$V_1 \geq V_3 + 1$$

$$V_4 = V_1 + V_2 - V_3$$

$$V_1 - V_3 \geq 1$$

$$V_1 + V_2 = E$$

$$V_1 + V_2 = V_3 + V_4$$

$$\frac{1}{R_1} V_1 + \frac{1}{R_2} V_2 = \frac{1}{R_3} V_3 + \frac{1}{R_4} V_4$$

14.15

$$U_2 = 12 - U_1$$

$$U_3 \leq U_1 - 1$$

$$\frac{1}{5} U_1 + \frac{1}{2} U_3 = 12 - U_1 + \frac{1}{22} (12 - U_3) = 12 - U_1 + \frac{6}{11} - \frac{1}{22} U_3$$

$$\frac{1}{5} U_1 + \frac{1}{2} U_3 = 2 + \frac{220}{22} = 12 - U_1 + \frac{1}{22} (12 - U_3)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

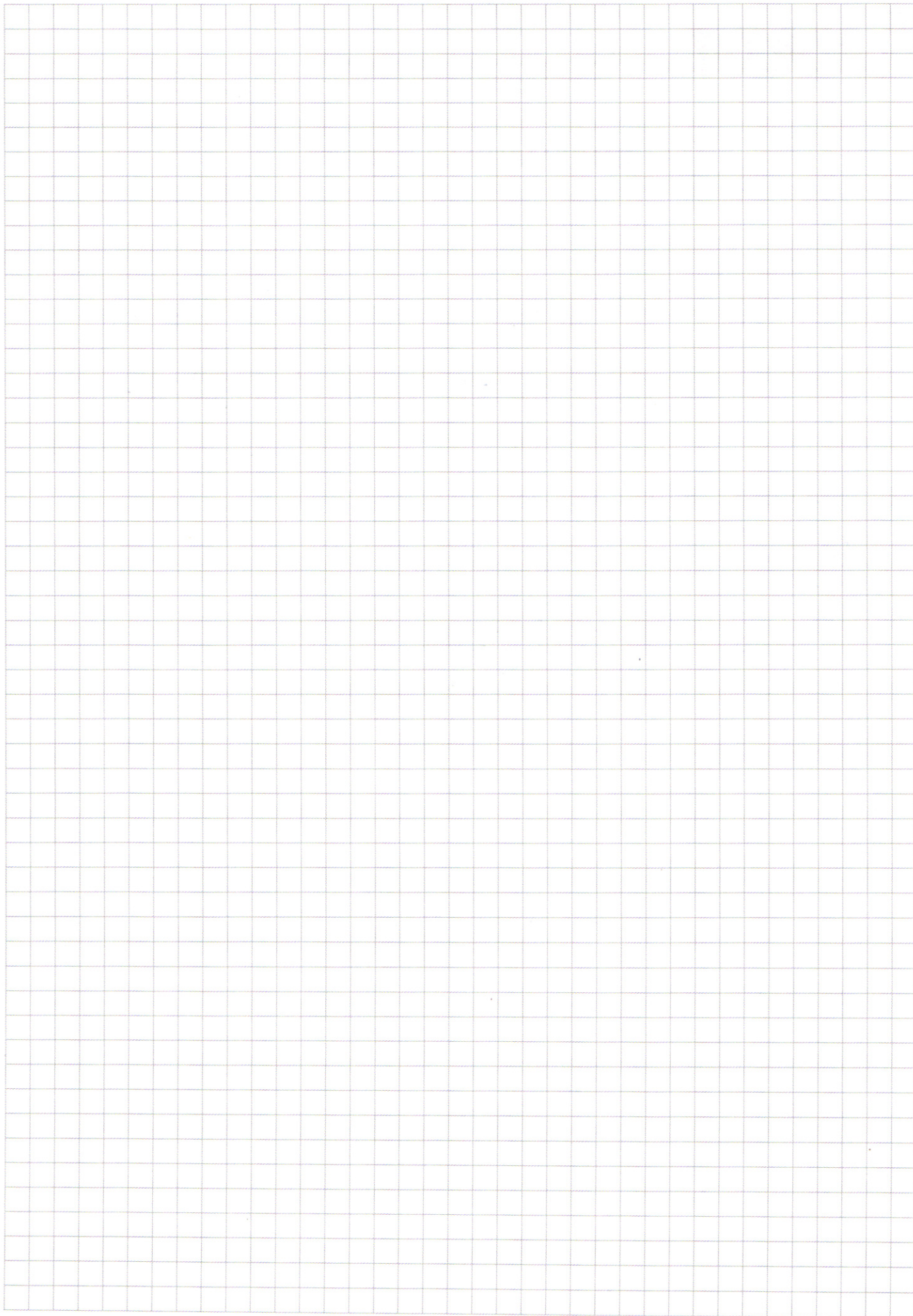
$$\frac{\varepsilon - U_2}{5} + \frac{1}{x} U_3 = U_2 + \frac{1}{22} \cdot \varepsilon - \frac{1}{22} U_3$$

$$\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{22} \right) U_3 = U_2 \left(1 + \frac{1}{5} \right) + \frac{1}{22} \varepsilon - \frac{1}{5} \varepsilon$$

$$U_4 - U_2 \geq 1 \quad U_4 = \varepsilon - U_3$$

$$U_4 \geq U_2 + 1 \quad U_3 = \varepsilon - U_4$$

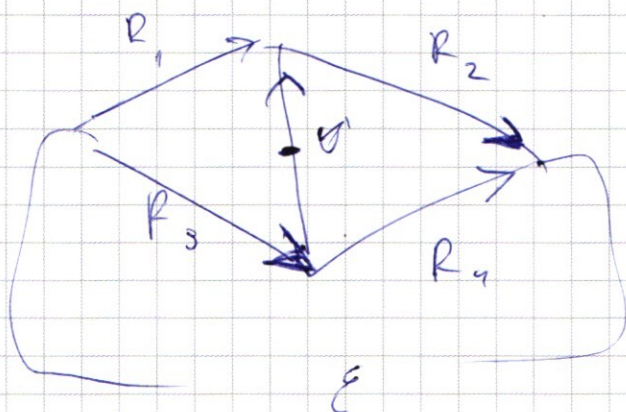
$$\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{22} \right) - \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{22} \right) U_4$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{cases} U_3 + U' = U_1 & U' = U_1 - U_3 \\ U' + U_2 = U_4 & U' = U_4 - U_2 \\ U_3 + U_4 = \mathcal{E} \\ U_1 + U_2 = \mathcal{E} \end{cases}$$

$$U_3 + U_2 + U' = \mathcal{E}$$

$$\begin{aligned} U_4 - U_2 &= U_1 - U_3 \\ U_3 &= U_1 + U_2 - U_4 \end{aligned}$$

$$U_2 + U_3 - (U_2 + U_4) = -U' + U'$$

$$U_1 + U_4 = 2U' + (U_2 + U_3)$$

$$U_1 + U_2 = U_4 + U_3 + U_4 - U_3 = \mathcal{E}$$

$$U' = U_4 - U_2$$

$$\begin{aligned} U_4 &= U_1 + U_2 - U_3 \\ U_1 + U_2 &= \mathcal{E} \end{aligned}$$

$$I = I_1 + I_3$$

$$I = I_2 + I_4$$

$$I_2 = I_1 + I'$$

$$I_4 = I_3 = I'$$

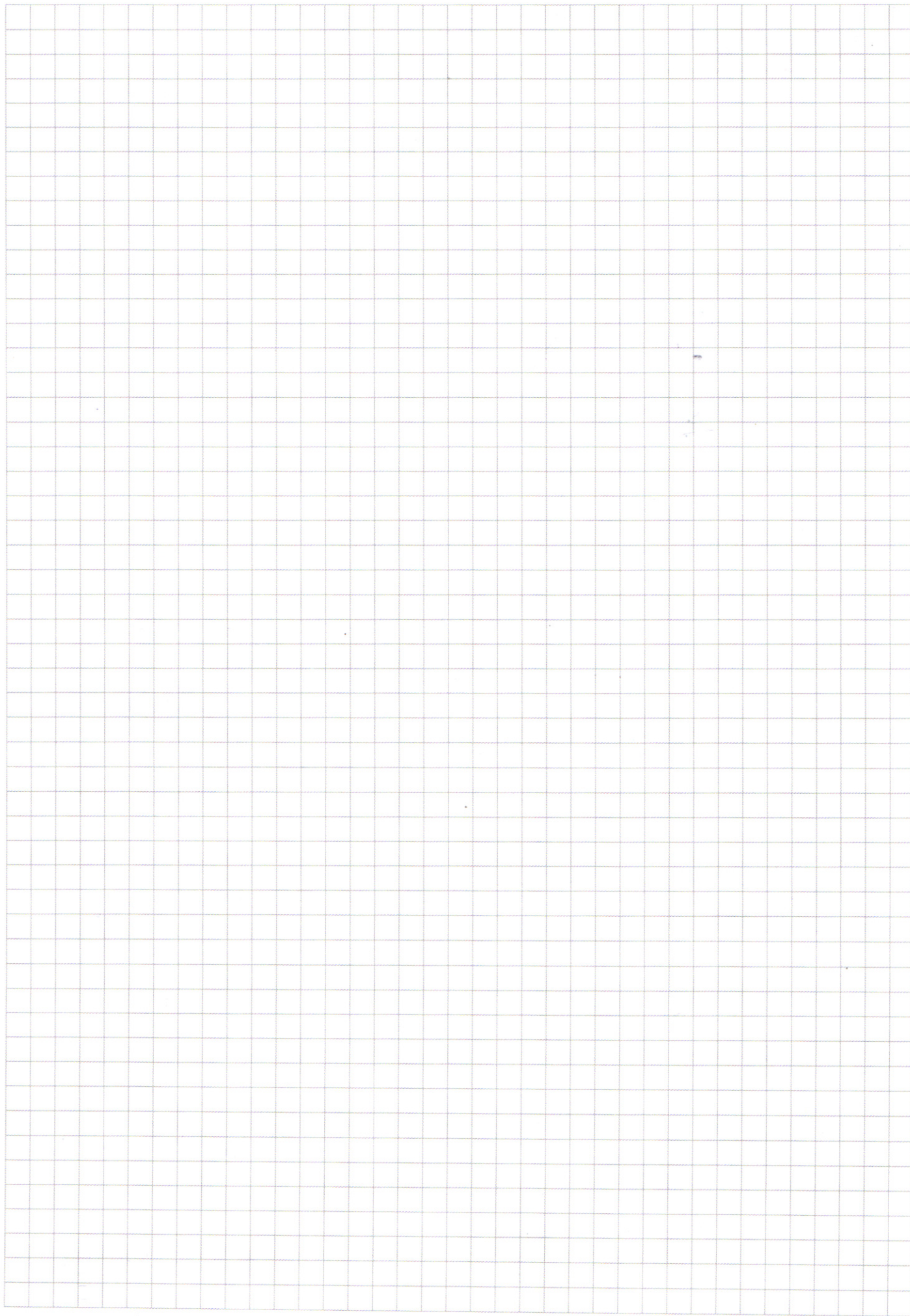
$$U_1 = \mathcal{E} - U_2$$

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

$$\frac{U_1}{R_1} + \frac{1}{R_3} U_3 = \frac{1}{R_2} R_2 + \frac{1}{R_4} U_4$$

$$\frac{U_1}{5} + \frac{1}{x} U_3 = U_2 + \frac{1}{22} (U_1 + U_2 - U_3)$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

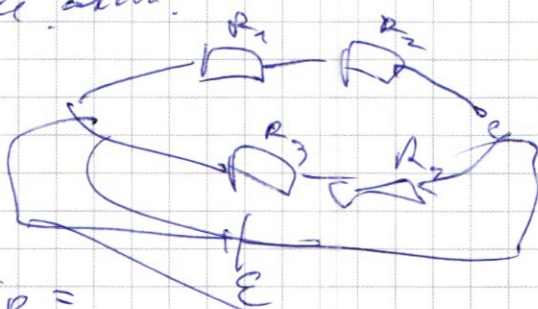
4.2)

при разрыве цепи:

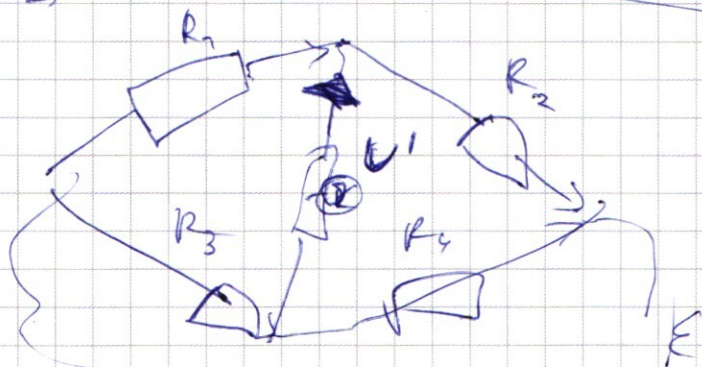
1)

$$I_{R1} = U_{R1} = U_{R2} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$= U_{R2} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \mathcal{E} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} =$$



2)



$$12 \cdot \frac{5}{5+1} = \frac{12 \cdot 5}{6} = 10$$

по 1-му закону Кирхгофа:

$$U' = U$$

$$U_3 + U' = U_1 \Leftrightarrow U' = U_1 - U_3$$

для того чтобы
получить
необходимо:

$$U' + U_2 = U_4 \Leftrightarrow U' = U_4 - U_2$$

$$U' = U_1 - U_3 \geq 1$$

$$I = I_3 - I_4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_2 = I_1 + I' \\ I_3 = I' + I_4 \\ U' = U_1 - U_3 \\ U' = U_4 - U_2 \end{array} \right.$$

5.

10.
12.15
10.35

12.00
10.20
1.40

2.20

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

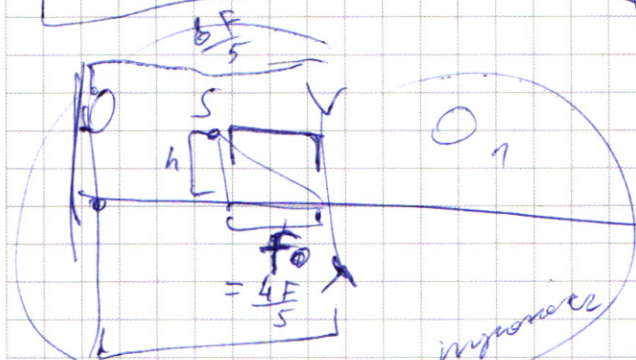
~~10.35~~

do - rozmiar przedmiotu przed soczewką

$F > \frac{4F}{5}$
→ zgodne z warunkami

$$f = \frac{4F}{5} \rightarrow$$

$$\frac{1}{d_o} = -\frac{1}{F} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F} - \frac{1}{F \cdot \frac{4}{5}}$$



$$d_o = -F \cdot \frac{4}{9}$$

$$= -\frac{1}{F} \left(\frac{4}{9} + 1 \right)$$

$$= -\frac{1}{F} \left(\frac{13}{9} \right)$$

$$F \cdot \frac{4}{9} = -d_o$$

$F \cdot \frac{4}{9} < F \cdot \frac{8}{5} \rightarrow$ zgodne z warunkami
($F > 0$)
→ przechodzi przed soczewką a nie otrzymujemy

$$F \cdot \frac{4}{9} < F \cdot \frac{8}{5}$$

$$\Leftrightarrow \frac{4}{9} < \frac{8}{5}$$

$$\Leftrightarrow 20 < 72$$

1) Wynik: $F \cdot \frac{4}{9}$

2)

h - wysokość przedmiotu
 $\frac{h}{f} = \frac{d}{f} \rightarrow$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

31) $\epsilon_k = mgx - \frac{kx^2}{2} \rightarrow \epsilon_{k \max} = \left(\frac{mg}{k} \right)^2 - \frac{k}{2} \cdot \left(\frac{mg}{k^2} \right)^2$

$\frac{mg}{k} > x > 0$ — адекватно? можно.

$\epsilon_{\text{эф}} = kx^2$

параметры

Заметим, что $\epsilon_k = 0$ в двух случаях:

$x_1 = 0$ (нач.)

и $mg = \frac{kx}{2} \Leftrightarrow x_{II} = \frac{2mg}{k}$

но в момент времени t для x_{II} ускорения больше нуля, значит $x_{II} > 0$ — значит он будет двигаться вверх.

В момент t_{II} — это при x_{II} — не максимальное.

Эта при x_{II} — не максимальное.

Скорость v_{II} — (максимальная)

$\epsilon_{\text{пр max}} = \frac{kx_{II}^2}{2} = \frac{k}{2} \cdot \left(\frac{4(mg)^2}{k^2} \right) = \frac{2(mg)^2}{k}$

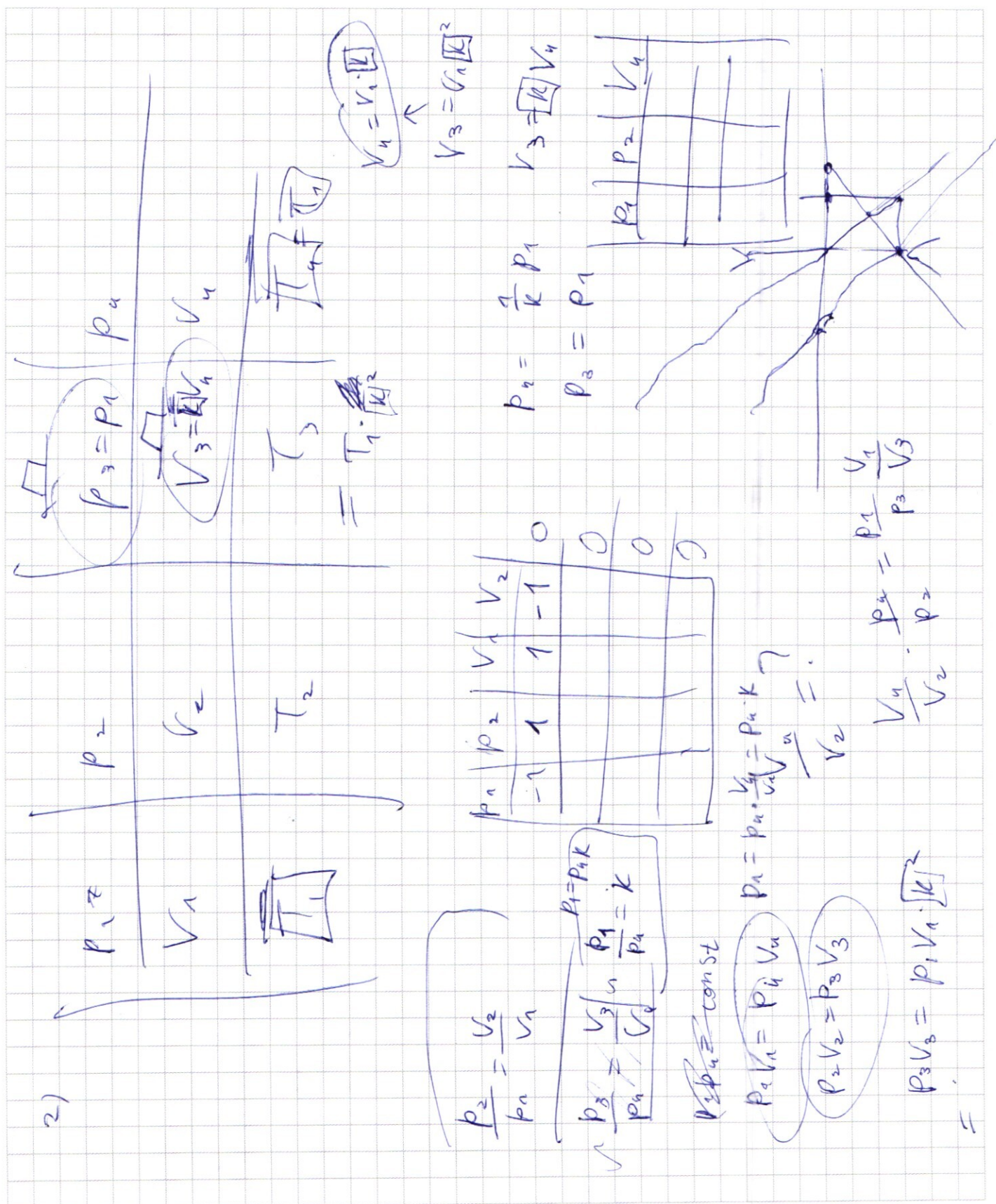
В I пол-цикла $\sin \omega t$ равна 0, а амплитуда равна $\frac{2mg}{k}$ — это и есть x_{II} .

$mg - kx = 0$
 $x = \frac{mg}{k}$

$\epsilon_{k \text{ вст}} = \frac{2(mg)^2}{k}$
 $\epsilon_{k \text{ max}} = \frac{(mg)^2}{2k}$
 $\frac{\epsilon_{k \text{ вст}}}{\epsilon_{k \text{ max}}} = \frac{2(mg)^2/k}{(mg)^2/2k} = 4$

10:30
14:30
19:00
21:00
21:45

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 V_1 = p_2 V_2 \\ p_2 V_2 = p_3 V_3 \\ \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{p_1} \\ \frac{V_3}{V_1} = \frac{p_2}{p_1} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_3 \\ V_3 = k V_1 \\ p_3 = k p_1 \\ p_1 = k p_3 \end{array} \right.$$

$$2) \quad V$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{l} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{array} \right\}$$

$$C = \frac{AQ}{\Delta T} = kR \cdot \frac{A U + A}{A(V_p)}$$

$$AQ = \alpha U + A$$

$$\gamma R T = V_p$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{k V_1}{k V_2} = \frac{T}{\frac{V_p}{kR}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k p_1 V_1 = p_4 V_4 \Leftrightarrow V_4 = k V_1 \\ p_2 V_2 = k^2 V_1 \cdot k p_4 \sim p_2 V_2 = k^3 V_1 p_4 \\ \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{k p_4} \end{array} \right.$$

$$\frac{V_2}{p_2} = \frac{1}{k} \cdot \frac{V_1}{p_4}$$

$$V_2^2 = k^2 \cdot V_1^2 \Leftrightarrow V_2 = k V_1$$

$$p_2 \cdot k = k^3 p_4$$

$$p_2 = k^2 p_4$$

$$C_n = R \cdot \frac{A U + A}{A(V_p)}$$

$$= R \cdot \frac{\frac{3}{2} A(V_p) + A}{A(V_p)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

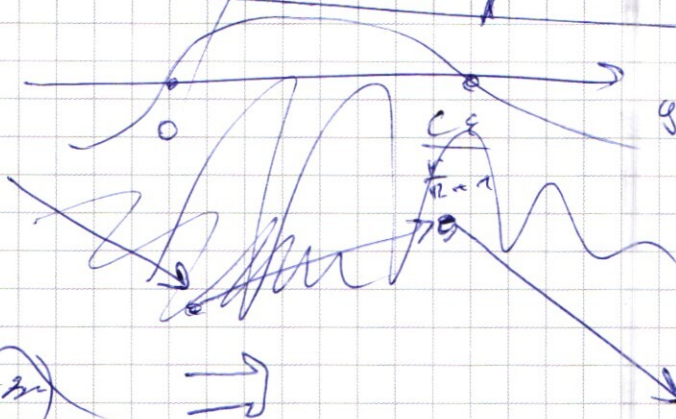
$$q'_z = \frac{\varepsilon}{r} - qk \cdot \frac{1}{c} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right)$$

$$\rightarrow \left(\vec{E}_q \right)'_t = \frac{q}{c} \cdot q'_z = \frac{q}{c} \left(\frac{\varepsilon}{r} - \frac{q}{c} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) \right) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Leftrightarrow q \left(\frac{c\varepsilon}{r} - \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) \cdot q \right) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Leftrightarrow -q \left(q - \frac{c\varepsilon}{r} \right) = -q \left(q - \frac{c\varepsilon}{\frac{r}{R+1}} \right) \stackrel{!}{=} 0$$

$q > 0$
ток ток
сделан в отриц.
сторону (сделан ток)



$$\left(\vec{E}_q \right)'_t = \cancel{q} \cdot \frac{\varepsilon}{rc} - \frac{q^2}{c^2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right)$$

$$\vec{q} \left(\left(\vec{E}_q \right)'_t \right) = \vec{q} \left(\frac{1}{2} c\varepsilon - \frac{R}{R+r} \right)$$

$$\left(\frac{\varepsilon}{rc} - \frac{1}{c^2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) \cdot 2q \right) \stackrel{!}{=} 0$$

$$2q = \frac{\frac{\varepsilon}{rc}}{\frac{1}{c^2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right)} = \frac{\frac{\varepsilon}{r}}{\frac{2}{c} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right)} = \frac{c\varepsilon}{r \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right)}$$

3.

3)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

✓ 3)

$$\varphi_m = \frac{1}{2} \epsilon \frac{R}{R+r} \quad \frac{q_m}{c} = \frac{1}{2} \epsilon \frac{R}{R+r}$$

$$\max((E_q)_t) = \frac{q}{c} \left(\frac{\epsilon}{r} - \frac{q}{c} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) \right)$$

$$= \frac{1}{2} \epsilon \frac{R}{R+r} \cdot \left(\frac{\epsilon}{r} - \frac{1}{2} \epsilon \frac{R}{R+r} \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right) \right)$$

$$= \frac{1}{2} \epsilon \frac{R}{R+r} \left(\frac{\epsilon}{r} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon}{r} \right)$$

$$= \frac{\epsilon^2}{2} \cdot \frac{R}{R+r} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{2r} \right) = \frac{\epsilon^2}{2} \cdot \frac{R}{R+r} \left(\frac{1}{2r} \right)$$

$$= \left(\frac{\epsilon}{2} \right)^2 \cdot \frac{R}{R+r} \cdot \frac{1}{r} = \left(\frac{\epsilon}{2} \right)^2 \cdot \frac{R}{3R} \cdot \frac{1}{2R} =$$

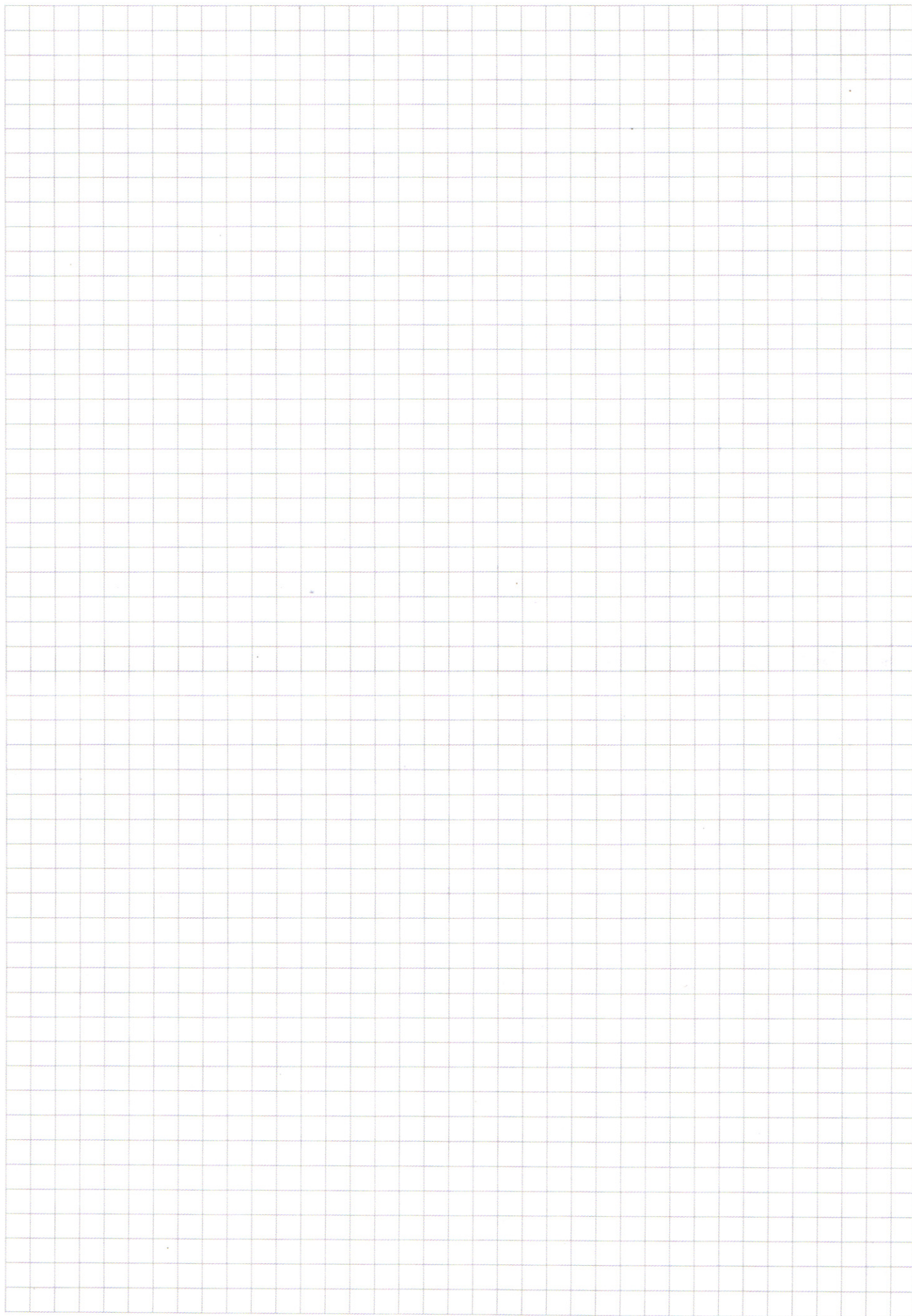
$$= \left(\frac{\epsilon}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{6R}$$

$r = 2R$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 2.3 \quad \frac{A}{AT} &= \frac{\frac{\dot{V}}{2} \Delta(V_p) - A}{\frac{A(V_p)}{VR}} = \frac{\frac{\dot{V}}{2} (V_4 p_4 - V_3 p_3) + V_4 p_4 \frac{\kappa^2 - 1}{2}}{(V_4 p_4 - V_3 p_3)} \cdot VR \\
 A_{34} &= \frac{p_3 + p_4}{2} (V_4 - V_3) = \frac{p_3 + p_4}{2} (V_4 - \kappa V_4) \\
 &= \frac{\kappa p_4 + p_4}{2} (V_4 - \kappa V_4) = -V_4 p_4 \frac{(\kappa + 1)(\kappa - 1)}{2} = -V_4 p_4 \frac{\kappa^2 - 1}{2} \\
 &= VR \left(\frac{\dot{V}}{2} + \frac{V_4 p_4 \cdot \frac{\kappa^2 - 1}{2}}{V_4 p_4 (1 - \kappa^2)} \right) VR = \left(\frac{\dot{V}}{2} + \frac{1}{2} \right) VR = VR \\
 \rightarrow C_k &= \frac{C}{V} = R = 3,31 \left(\frac{d_{m, \text{for}}}{d_{\text{a, for}}} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_3 + V_4 &= \varepsilon \\
 V_2 + V_1 &= \varepsilon
 \end{aligned}$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1-2: $\frac{p}{V} = \text{const}$ $p_1 = p_2$

2-3: $pV = \text{const}$ $T = \text{const}$
 $T_2 = T_3 = k^2 T_1$

3-4: $\frac{p}{V} = \text{const}$ $\frac{V_3}{V_4} = k \rightarrow \frac{p_3}{p_4} = k \rightarrow \frac{V_3 p_3}{V_4 p_4} = k^2 = \frac{T_3}{T_4}$

4-1: $pV = \text{const}$ $T = \text{const}$ $T_4 = T_1$ $V_4 = k V_1$
 $p_4 = \frac{1}{k} p_1$

$p_1 = p_3 = k \cdot p_4 = k \cdot p_1 \cdot \frac{V_1}{V_4} \rightarrow V_4 = k V_1$

$p_3 V_3 = p_1 V_3 = p_1 \cdot V_4 \cdot k = p_1 \cdot V_1 k^2$

$\frac{p_3}{p_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} = k^2$

$p_1 = p_3$	p_2	$p_3 = k \cdot p_4$	$p_4 = \frac{1}{k} p_3$
V_1	V_2	$V_3 = k V_4$	$V_4 = \frac{1}{k} V_3$
T_1	$T_2 = T_3 = k^2 T_1$	$T_3 = k^2 T_1$	$T_4 = T_1$

$V_2 p_2 = p_3 V_3$
 $V_1 p_4 = V_4 p_4$

$\frac{p_2}{p_4} = \frac{V_2}{V_1}$
 $\frac{p_4}{p_3} = \frac{V_4}{V_3}$

11.05/2.

10.30

2)

$$pV = \gamma RT$$

$$\rightarrow V = \frac{\gamma RT}{p}$$

$$\frac{V_2}{V_4} = \frac{\gamma RT_2}{p_2} \cdot \frac{p_4}{\gamma RT_4}$$

$$= \frac{p_4}{p_2} \cdot \frac{T_2}{T_4} = \frac{p_4}{p_2} \cdot \frac{T_{23}}{T_{14}}$$

$$= \frac{p_4}{p_2} \cdot k^2$$

~~p2 = p3~~

$$p_1 = p_3$$

$$\gamma R \frac{T_1}{V_1} = \gamma R \frac{T_3}{V_3}$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_{14}}{V_1} = \frac{T_{23}}{V_3} \Leftrightarrow \frac{T_{23}}{T_{14}} = \frac{V_3}{V_1} = k^2$$

$$\frac{p_4}{p_2} = \frac{\gamma R T_4}{V_4} \cdot \frac{V_2}{\gamma R T_2} =$$

$$\frac{p_4}{p_2} k^2 = \frac{\frac{p_2}{p_1} k^2}{\frac{p_1}{p_2}} = \frac{\frac{V_4}{V_2}}{\frac{V_1}{V_2}} = k$$

$$\frac{V_4}{V_1} = k$$

1) ~~$N = \frac{1}{2} \gamma R T$~~ ~~из~~

$$V_p = \gamma R T$$

$$T_{23} = \frac{V_3 p_3}{\gamma R}$$

$$V_3 = k V_4$$

$$p_2 = p_3$$

$$p_4 = \frac{1}{k} p_3$$

$$V_3 = k V_4$$

$$p_3 = k p_4$$

$$V_3 p_3 = k^2 V_4 p_4$$

$$T_{23} = \frac{V_3 p_3}{\gamma R} = \frac{k^2 V_4 p_4}{\gamma R} = k^2 \frac{V_4 p_4}{\gamma R} = k^2 T_1 = 3.61 T_1$$

$$\frac{(10+9)^2}{36} = \frac{100 + 81 + 180}{36} = 3.61$$