



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 03

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников РобоФест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Гуревой Анны Анатреевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«12» апреля 2025 года

Подпись участника
[Подпись]

ЧЕРНОВИК

N2 Вонр. 27°C

$$V_1 = V_2$$

$$V_1, V_2$$

$$m_1 = 20 \text{ г } t_1 = 27^\circ \text{C}$$

$$m_2 = 25 \text{ г } t_2 = 57^\circ \text{C}$$

$$PV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$$

$$P_1 - P_2 = ?$$

$$\nu = \frac{m}{M}$$

$$P_1 - P_2 = \frac{R}{V} (m_1 T_1 - m_2 T_2)$$

$$P_1 = \frac{R}{V} m_1 T_1 - 100\%$$

$$P_2 = \frac{R}{V} m_2 T_2 - x\% \Rightarrow x = \frac{\frac{R}{V} m_2 T_2 \cdot 100}{\frac{R}{V} m_1 T_1} = \frac{25 \cdot 328 \cdot 100}{20 \cdot 298}$$

$$x = 137,5\% \text{ Ответ: } 37,5\%$$

заг. V=const

$$T(m) = \frac{T_0}{4} \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m^2} \right)$$

$$P_0 = 200 \text{ кПа } m_0 = 1 \text{ кг } m_1 = 3 \text{ кг } 3'000 \text{ г}$$

$$PV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$$

$$P_0 = m_0 T_0 \frac{R}{M} \Rightarrow T_0 = \frac{P_0 M}{R m_0}$$

$$P_1 = m_1 \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m^2} \right) \frac{T_0}{4} \left(\frac{R}{M} \right) = m_1 \frac{P_0}{4 m_0} \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m^2} \right)$$

$$\frac{3 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 10^3 \text{ Па}}{1 \cdot 10^3 \cdot 4}$$

$$1 + 3 \cdot \frac{1}{9} = 1,33 = 150'001,33 \quad m = 1,74$$

$$M = 1,7 = 173,235$$

$$m = 1,75 = 173,214$$

$$m = 1,78 = 173,333$$

$$m = 1,76 = 173,227$$

$$m = 1,77 = 173,25$$

$$m = 1,79 = 173,277$$

$$m = 1,8 = 173,333$$

$$m = 1,81 = 173,377$$

$$m = 1,82 = 173,422$$

$$m = 1,83 = 173,467$$

$$m = 1,84 = 173,512$$

$$m = 1,85 = 173,557$$

$$m = 1,86 = 173,602$$

$$m = 1,87 = 173,647$$

$$m = 1,88 = 173,692$$

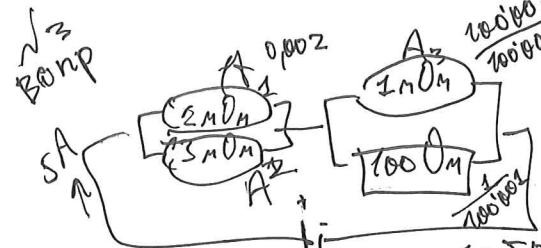
$$m = 1,89 = 173,737$$

$$m = 1,9 = 173,782$$

$$m = 1,91 = 173,827$$

$$m = 1,92 = 173,872$$

$$m = 1,93 = 173,917$$



наг. А. $\pm 0,05 \text{ А}$

$$V = y \cdot r$$

$$y = \frac{V}{r} = \frac{5 \text{ В}}{10 \text{ М}} = 5 \text{ А}$$

$$R_{A_1 A_2} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3}{(2+3) \cdot 10^3} = 0,0012$$

$$R_{A_2 R} = \frac{1 \cdot 10^3 \cdot 100}{100 + 1 \cdot 10^3} = \frac{100}{1100} = \frac{1}{11}$$

$$P_k = \frac{m_k P_0 T_k}{m_0 T_0}$$

$$y = \frac{R_2}{R_3} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$y = \frac{R_2}{R_3} = \frac{2}{3} = 0,666$$

$$y = \frac{R_2}{R_3} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$y = \frac{R_2}{R_3} = \frac{1}{3} = 0,333$$

ЧИСТОВИК

N2

Вонр

$$t_1 = 27^\circ \text{C} \Rightarrow 300^\circ \text{K} = t_1$$

$$t_2 = 57^\circ \text{C} \Rightarrow 330^\circ \text{K} = t_2$$

Дано: R=const, V=V1=V2, m1=20г, t1=27°C, m2=25г, t2=57°C

применим уравнение Менделеева-Клапейрона

$$(1) PV = \nu RT \Rightarrow (2) P = \frac{\nu RT}{V} \Rightarrow (3) P = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$$

$$(4) P_1 = \frac{m_1}{M} \frac{R \cdot T_1}{V}; (5) P_2 = \frac{m_2}{M} \frac{R \cdot T_2}{V}$$

применим пропорцию для нахождения P2 в процентах.

$$P_1 = 100\% \Rightarrow (6) x = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100$$

$$x = \frac{\frac{R}{M} \cdot m_2 \cdot T_2 \cdot 100}{\frac{R}{M} \cdot m_1 \cdot T_1} = \frac{m_2 T_2 \cdot 100}{m_1 T_1}$$

$$x = \frac{25 \cdot 330 \cdot 100}{20 \cdot 300} = 137,5\% \Rightarrow P_2(\%) = 137,5\%$$

$$P_2(\%) - P_1(\%) = 137,5\% - 100\% = 37,5\%$$

Ответ: на 37,5%

задача

Дано:

$$T(m) = \frac{T_0}{4} \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m^2} \right)$$

$$P_0 = 200 \text{ кПа } m_0 = 1 \text{ кг } V = \text{const}$$

$$m_1 = 3 \text{ кг } R = \text{const}$$

$$m_2 = 3 \text{ кг } M = \text{const}$$

$$P_{\text{min}} = ?$$

предположим, что после сжатия и изменения массы, газ уменьшился.

применим уравнение Менделеева-Клапейрона

$$(1) PV = \nu RT \Rightarrow (2) PV = \frac{m}{M} RT$$

изотермический процесс. V=const

$$(3) \frac{V_1}{R} = \frac{m_1 T_1}{P} - \text{const}$$

$$(4) \frac{m_1 T_1}{P_1} = \frac{m_0 T_0}{P_0} \Rightarrow (5) P_1 = \frac{m_1 T_1 P_0}{m_0 T_0} = m_1 P_0 \frac{T_0}{4} \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m_1^2} \right)$$

$$(6) P_1 = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 5}{2 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3} \left(1 + 3 \frac{1 \cdot 10^6}{3^2 \cdot 10^6} \right) = 3 \cdot 10^4 \cdot 5 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right) = 8 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot \frac{2}{3}$$

$$(7) P_1 = 200'000 \text{ Па. } (8) P_1 = P_0$$

Чистовик

N2

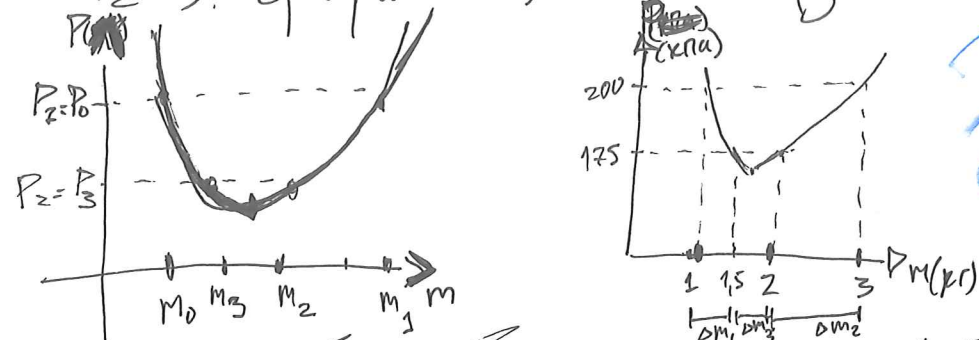
заранее проделанные

Враждебный график $P(m)$ - линейная функция, тогда найдем еще две точки при значениях $m_2 = 2 \text{ кг}$ и $m_3 = 1,5 \text{ кг}$ по аналогии с P_1 , координаты $m_1 \rightarrow m_2$ или m_3

$$(9) P_2 = \frac{m_2 P_0}{4 m_0} \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m_2^2} \right) = \frac{2 \times 2 \times 10^5}{4 \times 1} \times \left(1 + 3 \times \frac{1}{2^2} \right) = 175'000 \text{ Па}$$

$$(10) P_3 = \frac{m_3 P_0}{4 m_0} \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m_3^2} \right) = \frac{2,5 \cdot 2 \cdot 10^5}{4 \cdot 1} \cdot \left(1 + 3 \cdot \frac{1}{1,5^2} \right) = 175'000 \text{ Па}$$

(11) $P_2 = P_3$. график $P(m)$ - сложная функция



найдем отношение разности масс m_1 и m_3 , m_2 и m_3

$$(12) \frac{\Delta m_1}{\Delta m_2} = \frac{m_1 - m_3}{m_2 - m_3} = \frac{(1,5 - 1) \text{ кг}}{(3 - 2) \text{ кг}} = \frac{0,5}{1} = \frac{1}{2}$$

(13) $\Delta m_3 = \Delta m_4 + \Delta m_5$, тогда $\frac{\Delta m_4}{\Delta m_5} = \frac{\Delta m_1}{\Delta m_2}$
 m_x - масса между Δm_4 и Δm_5 будет являться минимальной точкой минимума для равенства

(15) $\Delta m_3 = m_2 - m_3 = 0,5 \text{ кг}$
 $\text{т.к. } \frac{\Delta m_4}{\Delta m_5} = \frac{1}{2}$, то $\Delta m_4 = \frac{\Delta m_3}{3}$, $\Delta m_5 = \frac{2}{3} \Delta m_3$
 $m_x = \Delta m_4 + m_3 = m_3 + \frac{\Delta m_3}{3} = m_3 + \frac{m_2 - m_3}{3} = \frac{m_2 + 2m_3}{3} = \frac{3}{3} \text{ кг}$

при проверке, это 0.
 $T_k = \frac{T_0}{4} \left(\frac{m_k^2 + 3}{m_k^2} \right)$ $P_k = \frac{m_k \cdot T_k \cdot 2 \cdot 10^5}{T_0}$

$$P_k = \frac{m_k T_0 \cdot 2 \cdot 10^5 \left(\frac{m_k^2 + 3}{m_k^2} \right)}{4 T_0}$$

$$P_k = \frac{m_k^2 + 3}{m_k} \cdot 10^5$$

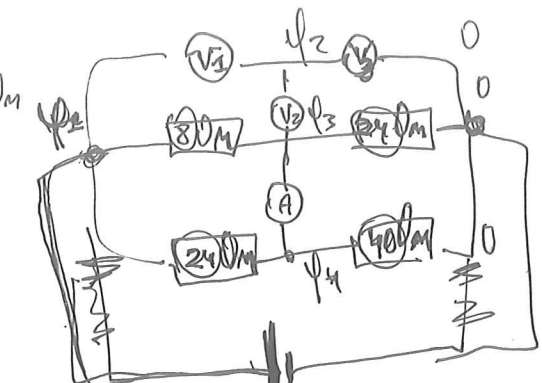
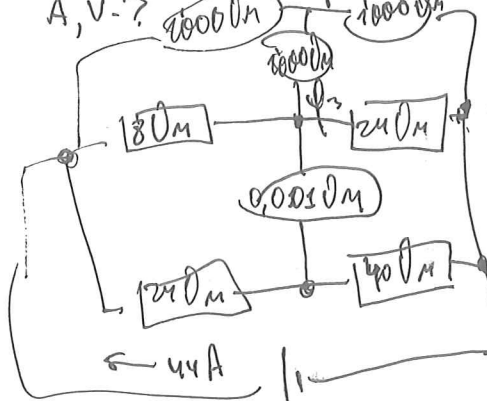
Чистовик

$$r \leq 1 \text{ мОм} = 0,001 \text{ Ом}$$

$$V_1 = V_2 = V_3, R_V = 1 \text{ Мом} \Rightarrow 10^3 \text{ Ом} = 1000 \text{ Ом}$$

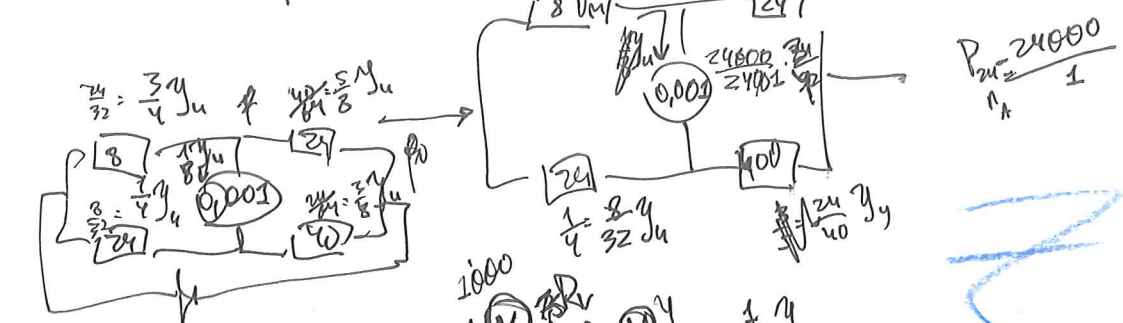
$U_{\text{ист}} = ?$

$A, V = ?$



$$\mathcal{E} = 44 \text{ В } r = 10 \text{ м}$$

$$y = \frac{\mathcal{E}}{r} = 44 \text{ А}$$



$$U_0 - U_2 = \mathcal{E} - U_1$$

$$U_1 = 0,03 \text{ В}$$

$$U_2 = 0,03 \text{ В}$$

$$U_3 = 0,03 \text{ В}$$

$$U_4 = 0,03 \text{ В}$$

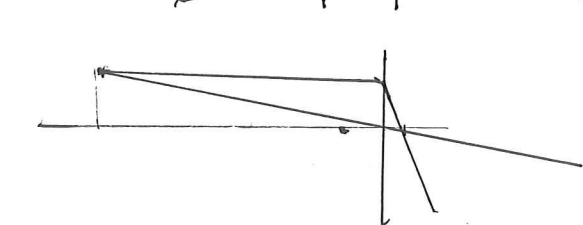
$$\mathcal{E} - U_0 = 0,03 \text{ В} \cdot 1,5 R_V$$

$$\mathcal{E} - U_2 = 0,03 \text{ В} \cdot 1 R_V = U_1$$

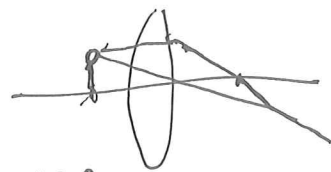
$$U_2 - U_0 = 0,03 \text{ В} \cdot 1 R_V = U_2$$

$$\mathcal{E} - U_3 = 0,726 \text{ В} \cdot R_V$$

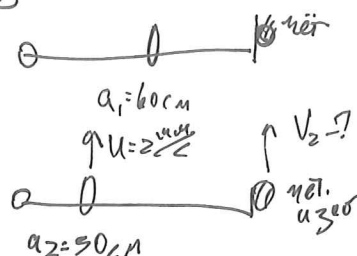
$$U_2 - U_3 = U_2 - U_3 - U_2 - \mathcal{E} + 0,726 \text{ В} \cdot R_V$$



Черновик
Вопросы
 $F = 50 \text{ см}$

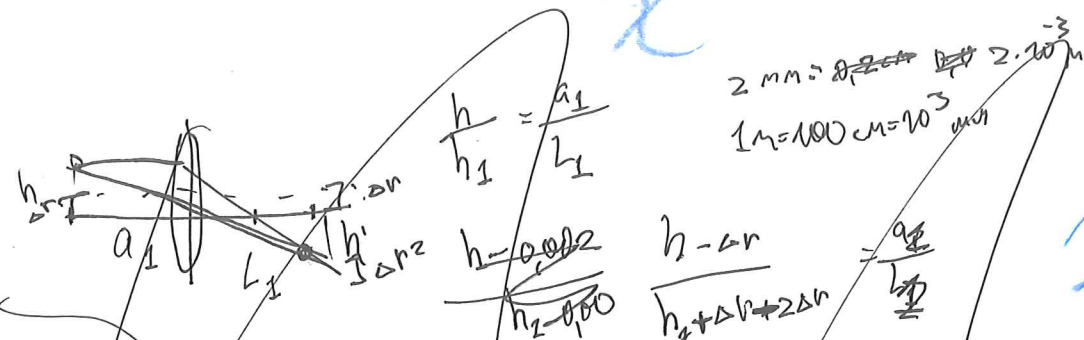


zap.

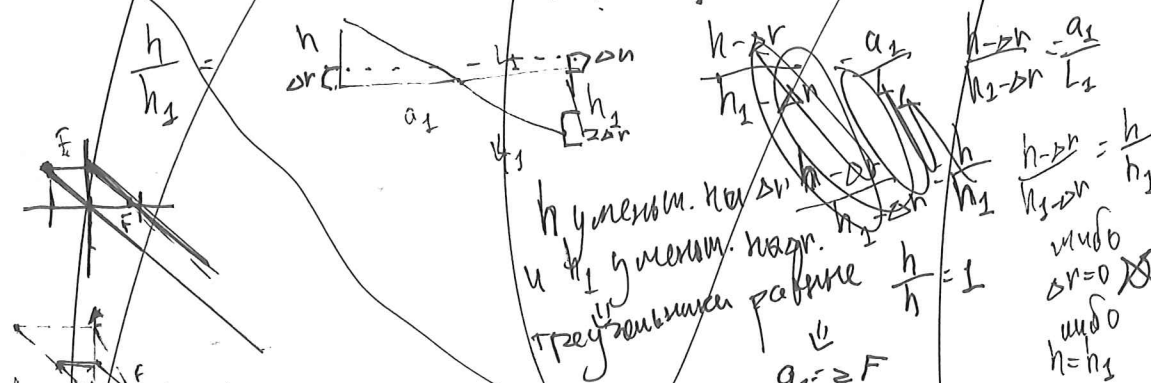

$$u = 2 \text{ m/s}$$

10. $\frac{1}{2} \times 1.44 \times 10^4$

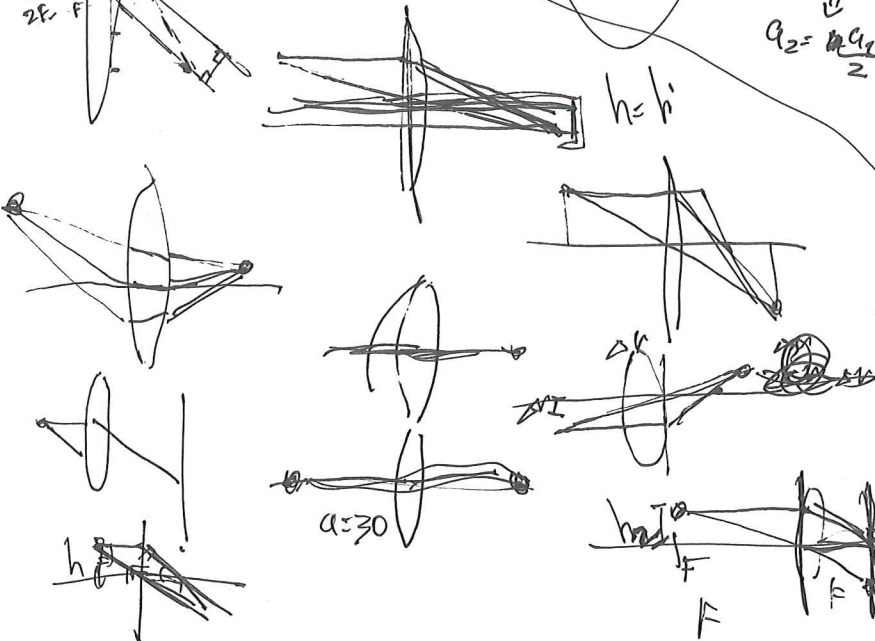
изображение четкое на расстоянии
от зрительной,



$2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$
 $1 \mu = 100 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ m}$



и 1/2 у меням. нагр.
и 1/2 у меням. нагр.

$$\frac{h}{h} = 1$$
$$h_2(h_1) = h(h_1) = h$$

$$V_2 = V_1$$

79-73-43-07
(154.1)

при минимальном давлении, изменение
величины стремятся к нулю, т.к. P_{min} -
точка минимума

$$\frac{m_k z + 3}{m_k} = 0 \quad ; \quad \text{отражение: } m_k \neq 0$$

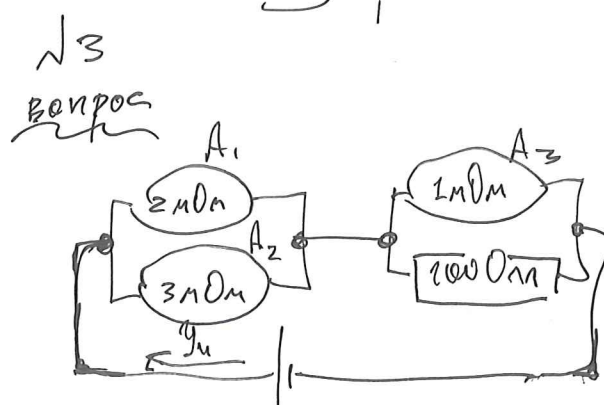
$m \neq 0$

$$m_k^2 + 3 = 0 \Rightarrow m_k = \sqrt{-3} \Rightarrow m_k = \sqrt{3}i$$

$$m_k \approx 1,73 +$$

$$P_{\min} = \frac{m_k \cdot 2 \cdot 10^5}{4} \left(\frac{m_k^2 + 3}{m_k^2} \right) = 173'205,0808 \text{ Па}$$

Омлет: ~~$P_{\text{min}} = 175 \cdot 205 \text{ Па}$~~
масса газа равна 53 г



Dans

$$\mathcal{E} = 5 \text{ B}$$
$$n = 1 \text{ Om}$$
$$h = \pm 0,05 \text{ A}$$

$A_1, A_2, A_3 - ?$. 1

$$\mathcal{E} = \mathcal{U}_n \Rightarrow \mathcal{U}_n = \frac{\mathcal{E}}{n} = 1A$$

силы тока источника

отношение $\frac{R_{A1}}{R_{A2}} = \frac{2}{3} \Rightarrow$ распределение тока будет

RAK $\frac{y_{A_1}}{y_{A_2}} = \left(\frac{R_{A_1}}{R_{A_2}} \right)^{-1} = \frac{3}{2} \Rightarrow \left. \begin{aligned} y_{A_1} &= \frac{3}{3+2} y_u = \frac{3}{5} y_u \\ y_{A_2} &= \frac{2}{3+2} y_u = \frac{2}{5} y_u \end{aligned} \right\} \begin{aligned} +.K \\ y_u &= y_{A_1} + y_{A_2} \end{aligned}$

$$1 \text{ M O M } \approx 10^{-6} \text{ O M}$$

$$\frac{R_{A3}}{R_3} = \frac{10^{-6}}{100} = \frac{1}{100000000} \quad 1.1K \quad y_u = y_{A3} + y_R$$

$$\frac{y_{A5}}{y_{A4}} = \left(\frac{1/R_{A3}}{B} \right)^{-1} = \frac{10^8}{10^8 + 1} \Rightarrow y_{A5} = \frac{10^8}{10^8 + 1} y_{A4}$$

$$\begin{aligned} y_{A1} &= \frac{1}{3} y_u & y_{A3} &= \frac{\omega^8}{\omega^8 + 1} y_u \Rightarrow \\ y_{A2} &= \frac{2}{3} y_u & y_{A4} &= 3 A \\ && y_{A5} &= 4.999999995 A \approx 5 A \end{aligned}$$

чистовик
т.к. разница сопротивлений A_3 и R сравнительно большая,
то можно сказать что по резистору ток не идёт и
 $A_3 = I_{\text{н}} = 5 \text{ A}$ (в рамках погрешности)

Ответ: $A_1 = 3 \text{ A}$, $A_2 = 2 \text{ A}$, $A_3 = 5 \text{ A}$

№4

Вопрос

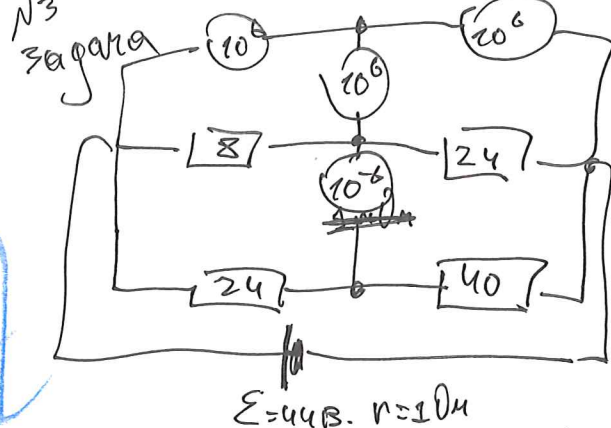
Дано
 $f = 50 \text{ см}$

изображение - перевернутое, увеличенное
→ это действительное изображение,
т.к. оно увеличенное и прямое →
перевернутое, минимые изображения
так как не могут сочетать эти два критерия.

т.к. изобр. действительное, то линза не
может быть рассеивающей → собирающая
т.к. изображение увеличенное в собирающей
линзе, то $S \in (F; 2F)$
 $F = 50 \text{ см}$, $2F = 100 \text{ см} \Rightarrow S \in (50; 100 \text{ см})$

Ответ: собирающая линза, действительное
изображение, расстояние от
50 до 100 см не включительно.

№3



(1) $E = I \cdot r$ (2) $I_{\text{н}} = \frac{E}{r} = \frac{44}{1} = 44 \text{ A}$

(2) $I_{\text{источника}} = \frac{E}{r} = 44 \text{ A}$

т.к. у вольтметров
сравнительно большое
сопротивление, то будем
считать что по ним
ток не идёт.

т.к. у амперметра сравнительно
малое сопротивление, то будем считать его
проводом. Сопротивление проводов тоже сравнительно
малое, так что будем считать провода идеальными,
и амперметр, соответственно, тоже идеальный
проводом.

ЧЕРНОВИК

$PV = DRT = \frac{m}{M} RT$

$\frac{V_{\text{н}}}{R} = \frac{mT}{P} - \text{const}$

$\frac{m_0 T_0}{P_0} = \frac{m_1 T_1}{P_1}$

$P_1 = \frac{m_1 T_1 P_0}{m_0 T_0} = \frac{m_1 P_0 T_0 (1 + \frac{3}{m_1^2})}{4 T_0}$

$T_1 = \frac{T_0}{4} (1 + \frac{3}{m_1^2})$

$P_0 - \text{const}$
 $\gamma - \text{const}$

$m_1 (1 + \frac{3}{m_1^2}) = m' (\frac{m'^2 + 3}{m_1^2})$

$\frac{m'^2 + 3}{m'} = 0$

при $m' = 0$

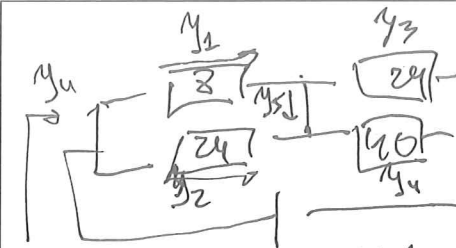
$m'^2 = -3$

$m = \sqrt{3}$

1,73
173205,2023

$\sqrt{3} P = 173205,0808$

79-73-43-07
(154.1)



~~устойчив~~
(3) $R_1 \cdot R_4 \neq R_2 \cdot R_3 \Rightarrow$ ток течёт по амперметру

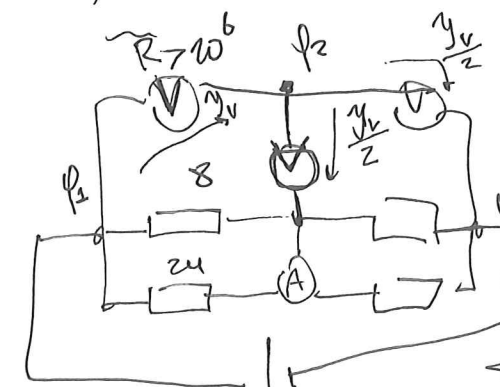
(4) $y_1 + y_2 = y_0$ по (4) и (5)
(5) $\frac{y_1}{y_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{3}{1} \Rightarrow \begin{cases} y_1 = \frac{3}{4} y_0 \\ y_2 = \frac{1}{4} y_0 \end{cases}$

y_5 - ? предположим что течёт ток

(8) $\frac{y_3}{y_4} = \frac{R_4}{R_3} = \frac{5}{3} \Rightarrow \begin{cases} (10) y_3 = \frac{5}{8} y_0 \\ (11) y_4 = \frac{3}{8} y_0 \end{cases}$
(9) $y_3 + y_4 = y_0$

(12) $y_5 = y_0 - y_1 = \left(\frac{3}{4} - \frac{5}{8}\right) y_0 = \frac{1}{8} y_0$

(13) $y_5 = y_A = \frac{1}{8} y_0 = \frac{1}{8} \cdot 44 = 5,5 \text{ A}$



(14) $\frac{y_v}{y_1} = \frac{R_1}{R_v} = \frac{8}{125 \cdot 10^3} = \frac{1}{15625}$

(15) $\frac{y_v}{y_2} = \frac{R_2}{R_v} = \frac{24}{125 \cdot 10^3} = \frac{3}{15625}$

~~(14) + (15) + (16) no (14), (15) и (16)~~
(16) $y_v : y_2 : y_1 = 2 : 125 \cdot 10^3 : 3 \cdot 125 \cdot 10^3$

(17) $y_v + y_2 + y_1 = y_0$

по (16) и (17) $\Rightarrow y_v = \frac{1}{(1+3)125 \cdot 10^3 + 2} \cdot y_0 = \frac{44}{500002} \approx 8,799824 \cdot 10^{-5}$

$U_{B1} = y_v \cdot R = 10^6 \cdot \frac{44}{500002} = 87,999824 \text{ B} \approx 88 \text{ B}$
7. К $U_2 = U_3$, то $y_{v2} = y_{v3} = \frac{y_v}{2}$

$$U_{U_2} = U_{U_3} = \frac{U_V}{2} \cdot R = \frac{44}{2 \cdot 500001} \cdot 10^6 = 43,999912 \text{ В} \approx 44 \text{ В}$$

Ответ: $I_H = 44 \text{ А}$, $U_{U_1} \approx 88 \text{ В}$, $U_{U_2} = U_{U_3} \approx 44 \text{ В}$

за $\sqrt{1}$

запрос.

$$q = \frac{0,01 \text{ м}}{10 \text{ с}} = \frac{0,001 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 10^{-3} \text{ м/с}$$

$$F = -\frac{Dm}{z f} u$$

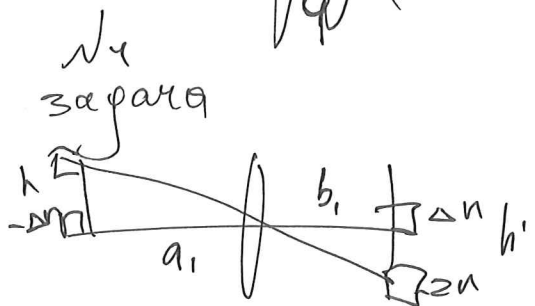
$$F = mg$$

при какой u

$$-uq = mg$$

$$u = -\frac{mg}{q}$$

$$m = \left(m - \frac{1}{1000} m \cdot \frac{1}{u} \right)$$



$$\frac{h}{h'} = \frac{a_1}{b_1}$$

$$\frac{h - \Delta n}{h' - 2\Delta n + \Delta n} = \frac{a_1}{b_1}$$

$$\frac{h - \Delta n}{h' - \Delta n} = \frac{h}{h'}$$

$$h = h'$$

$$a_1 = 2F$$

$$a_2 = F$$

$$\Rightarrow V_2 = u$$

Ответ: $T_2 = 2 \text{ м/с}$