



0 551295 940002

55-12-95-94  
(66.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

*Девчага.*

Вариант 3

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов

название олимпиады

по физике

профиль олимпиады

Неймушевой Юлии Петровны

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*Смена ручки 88  
14.17*

*Рукод 15° - 15.43 лж*

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Председателю апелляционной комиссии  
олимпиады школьников «Ломоносов-2020»

ректору МГУ имени М.В. Ломоносова  
академику В.А. Садовничему

от участника олимпиады по физике

Неструевской Юлии  
Петровны 11 класс  
(фамилия, имя, отчество, класс)

Вариант

3

## А П Е Л Л Я Ц И Я на результат Олимпиады

Прошу пересмотреть выставленный мне технический балл за мою работу заключительного этапа по физике, с 77 на 87 по следующей причине (необходимо указать номер задачи; выставленный за нее балл; основание для пересмотра баллов; балл, который должен быть выставлен по мнению участника):

задача 3, сейчас стоит 0 из 15, прошу

пересмотреть мое решение т.к. есть много  
и частей решения.

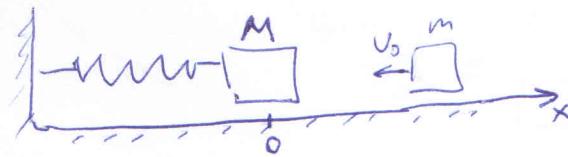
Также прошу пересмотреть оценку за теорию

В задаче 3. Учтено, что ответ является неправильным  
«5» марта 2020 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Примечание: В соответствии с Положением о порядке подачи и рассмотрения апелляций в рамках Олимпиады школьников «Ломоносов» «апелляцией на результат Олимпиады является аргументированное письменное заявление о несогласии с выставленными баллами».

1.13. Задача.



- 1) Закон сохранения импульса  
 $-mV_0 = MV + MU$   
 V - скорость бруска m после удара  
 U - скорость бруска M после удара

- 2) Закон сохранения энергии (для исчезновения  $M+m+пружина$ )

$$\underbrace{\frac{mV_0^2}{2}}_{\text{до удара}} = \underbrace{\frac{MV^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2}}_{\text{в момент, когда пружина сжата на } x_0} \Rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{m(V_0^2 - V^2)}{k}} = \sqrt{\frac{m(V_0 - V)(V_0 + V)}{k}}$$

- 3) Закон сохранения для исчезновения M + пружина

$$\underbrace{\frac{MU^2}{2}}_{\text{после удара}} = \underbrace{\frac{kx_0^2}{2}}_{\text{момент, когда пружина сжата на } x_0}$$

- 4) Колебание: II закон Ньютона дает  $M \ddot{x} = -kx$

$$M\ddot{x} + kx = 0$$

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}} \quad \text{амплитуда (т.к. } x_0 = \text{ макс)}$$

$$x(0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$x(t) = x_0 \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

- 5)  $x_m(t) = V \cdot t$  - движение бруска m

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

- 7)  $x(\frac{2}{3}T) = x_m(\frac{2}{3}T)$  во времени

$$x_0 \cos(\omega_0 \cdot \frac{2\pi}{\omega_0} \cdot \frac{2}{3} + \frac{\pi}{2}) = V \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{2}{3}$$

$$8) u_3 \stackrel{(1)}{=} \stackrel{(2)}{=} MU = mV + mV_0$$

$$MU^2 = \frac{m^2(V+V_0)^2}{M} = kx_0^2 = m(V_0^2 - V^2)$$

$$m(V+V_0)^2 = M(V_0^2 - V^2)$$

$$mV + mV_0 = M V_0 - MV$$

$$V = V_0 \frac{M-m}{M+m} \Rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{m}{k} \cdot \frac{2mV_0}{M+m} \cdot \frac{2Mv_0}{M+m}}$$

$$9) u_3 \stackrel{(2)}{=} \sqrt{\frac{m}{k} \cdot \frac{2m-2M}{(M+m)^2}} \cdot \cos\left(\frac{4\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) = V_0 \frac{M-m}{M+m} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{2}{3}$$

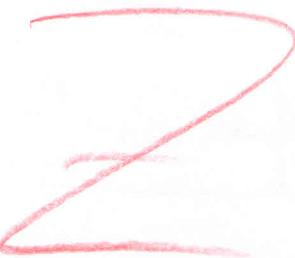
$$\frac{2m}{M+m} \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \cos\left(\frac{11\pi}{12}\right) = \frac{M-m}{M+m} \cdot \frac{4\pi}{3} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$m \cdot \sqrt{3} = (M-m) \cdot \frac{4\pi}{3}$$

$$\frac{4\pi}{3} M = m \left( \frac{4\pi}{3} + \sqrt{3} \right)$$

$$\boxed{\frac{M}{m} = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi}} \approx 1,4$$

$\sqrt{3} \approx 1,73$   
 $\pi \approx 3,14$



Вопросы. Потенциальная энергия - разница максимальной энергии тела, находящегося в зависимости от скорости тела за зависимость от расположения тела, определяемого другим или иным от состояния тела.

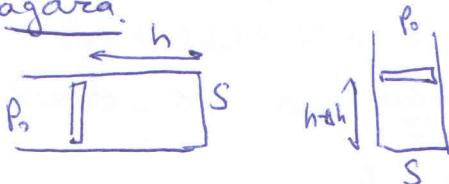
Энергия вращения.

$$E_{\text{ном}} = mg h \quad \begin{matrix} \leftarrow \text{векторная} \\ \text{масса тела} \end{matrix}$$

$$E_{\text{ном}} = \frac{kx^2}{2}, \quad k - \text{коэффициент пружинки}$$

$x$  - изменение длины пружинки  
относительно нерастянутой пружинки

2.4.3 Задача.



$$T = 373k$$

1) Т.к. поршень всплыл, то верхнее расположение чайника  
в верхнем положении, поршень опущенное

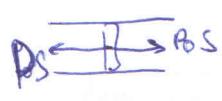
2) всплытие чайника состояло из всплытия пары и сухого чайника

$P_{CO}$  - давление сухого воздуха в чайнике

$P_{C1}$  - \_\_\_\_\_ в кипяч.

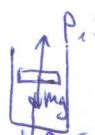
$P_{B0}$  - давление пары в чайнике

$P_{B1}$  - \_\_\_\_\_ в кипяч.

3)   $P_0 S = P_1 S$  - равновесие поршне

$$P_0 = P_{CO} + P_{B0}$$

$$P_0 = P_{CO} + P_{B0} \Rightarrow P_{B0} = P_0 - P_{CO}$$

4)   $Mg + P_0 S = P_1 S$  - равновесие поршне

$$Mg + P_0 S = P_{C1} S + P_{B1} S$$

5) Т.к. в кипяч сконденсировалась вода, то водяной пар  
стал насыщенным

т.к.  $t = 150^\circ\text{C}$  и атмоср. давл. =  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ , то  $P_{\text{ф.1}} = P_{\text{ин}} = P_0$

$$6) \text{ из уз. 5) } \Rightarrow Mg = P_{\text{cr}}S \Rightarrow M = \frac{P_{\text{cr}}S}{g}$$

7) Уравнение Менделеева-Капеллона: где сж. воздуха

$$P_{\text{ф.0}} V_0 = DRT \quad | \Rightarrow P_{\text{ф.0}} \cdot S \cdot h = P_{\text{cr}} \cdot S \cdot (h - \Delta h)$$

$$P_{\text{cr}} V_1 = DRT \quad | \Rightarrow P_{\text{cr}} = P_{\text{ф.0}} \frac{h - \Delta h}{h}$$

8) Уравнение Менделеева-Капеллона где вл. воздуха

$$P_{\text{ф.0}} V_0 = \gamma_1 RT$$

$$P_{\text{ф.1}} V_1 = \gamma_2 RT$$

$\gamma_1$  - в начальне воздуха пара

$\gamma_2$  - в конце воздуха пара

$\gamma_1 - \gamma_2 = \frac{\Delta m}{M}$  - формавшийся влага



$$\frac{\Delta m R T}{M} = P_{\text{ф.0}} S h - P_{\text{ф.1}} S (h - \Delta h) = (P_0 - P_{\text{ф.0}}) S h - P_0 S (h - \Delta h) =$$

$$= P_0 S h - P_{\text{cr}} \frac{h - \Delta h}{h} \cdot S h - P_0 S h + P_0 S \Delta h =$$

$$= P_0 S \Delta h - P_{\text{cr}} (h - \Delta h) S$$

$$P_{\text{cr}} = \frac{P_0 \Delta h - \frac{\Delta m R T}{M}}{h - \Delta h}$$

$$M = \frac{P_0 \Delta h - \frac{\Delta m R T}{M}}{(h - \Delta h) g} \cdot S =$$

$$\frac{10^5 \cdot 0,05 - \frac{0,1 \cdot 8,3 \cdot 373}{18 \cdot 10^{-2}}}{10 \cdot 0,3} \cdot 10^{-2} =$$

$\approx 11 \text{ кг}$

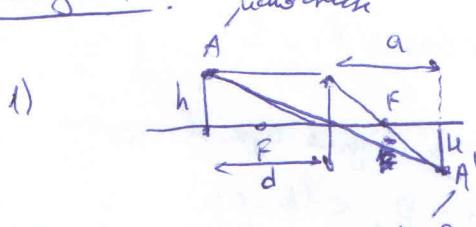


Вопросы.

Температура кипения - это температура, при которой происходит кипение, т.е. парообразование во всем объеме жидкости. Температура кипения зависит от давления (не линейно).

Например так:



Ч10.3. Задачаиз условия  $\Delta$ ков

$$\frac{h}{d} = \frac{h'}{f} \Rightarrow h' = \frac{dh}{d}$$

$$\text{из условия подобия: } \frac{H}{F} = \frac{h+h'}{d}$$

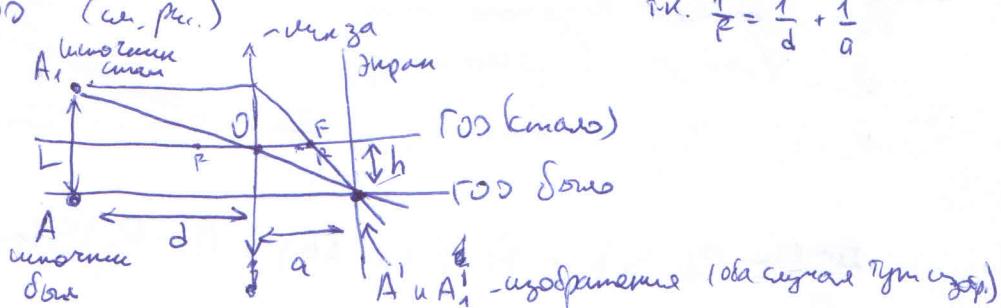
$$1 + \frac{h}{H} = \frac{d}{F}$$

$$\Rightarrow 1 + \frac{d}{a} = \frac{d}{F} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{d} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}}$$

(и  $d > F$ )

2) Т.к. линзы не симметричны можно перенести изображение ГДД на экран  
на линзу не симметричную TO  $\Rightarrow$  между линзой и изображением линзы  
перенести ГДД (см. рис.)

$$\text{т.к. } \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{a}$$

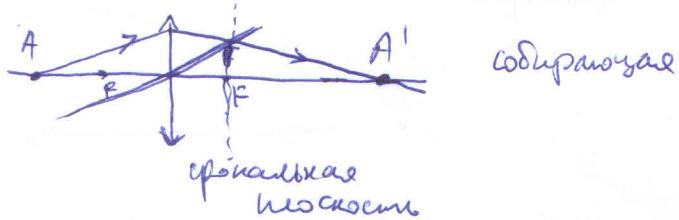
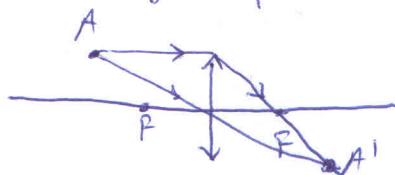


$$\text{из условия } \Delta \text{ков} \quad \frac{L-h}{d} = \frac{h}{a} \Rightarrow a = \frac{hd}{L-h} = \frac{24 \cdot 2}{6-2} = 12 \text{ см}$$

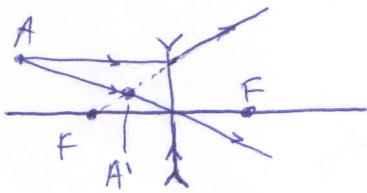
$$3) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{a} \Rightarrow F = \frac{ad}{a+d} = \frac{\frac{hd}{L-h} \cdot d}{\frac{hd}{L-h} + d} = \frac{12 \cdot 24}{12+24} = 8 \text{ см}$$

Ответ: 8 см.Вопросы.

- Луч проходящий через центр линзы (r.o.) — никак не меняет направление после прохождения линзы
- луч параллельной ГДД, после прохождения линзы это проходит через фокус пресечь для собирающей линзы ~~после~~ луч проходит через фокус, как находится в другой полуплоскости линзы
- а луч рассеивающей — в той же полуплоскости



параллельные лучи под прямым углом пересекаются в фокальной плоскости.



- рассеивающая линза

### 3.7.3

Вопросы.

Индуктивность - это измеримая пропорциональность между некоторым вектором начальной индукции и током.

$$\Phi = L I$$

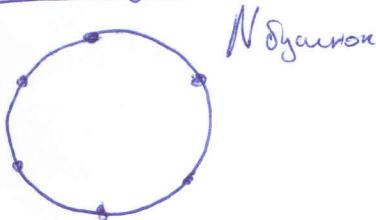
Индуктивность

ЭДС самоиндукции:

$$E_i = - \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

направление определяется по правилу ленса.

### 3.7.3. Задача



$N$  витков

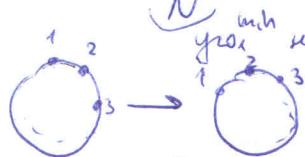
1) Колесо катится по горизонтальной поверхности

представим что по нему течет ток:

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{Nq}{T}$$

период вращения  
(количество оборотов)

2) Угловая скорость:  $\omega = \frac{2\pi}{N} : \gamma$  ← Первое за краткое, это произведение



$\omega = \frac{2\pi n}{N}$  → Число оборотов колеса, когда колесо повернулось на  
количество  $\frac{2\pi}{N}$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{N}{n}$$

$$3) \Rightarrow I = \frac{Nq}{T} = qn$$

4) Колесо катится по горизонтальной поверхности, значит некий ток  $I$  проходит через него

5) знаем  $B_0 \cdot S = L \cdot I$ , где  $h$  - индуктивность

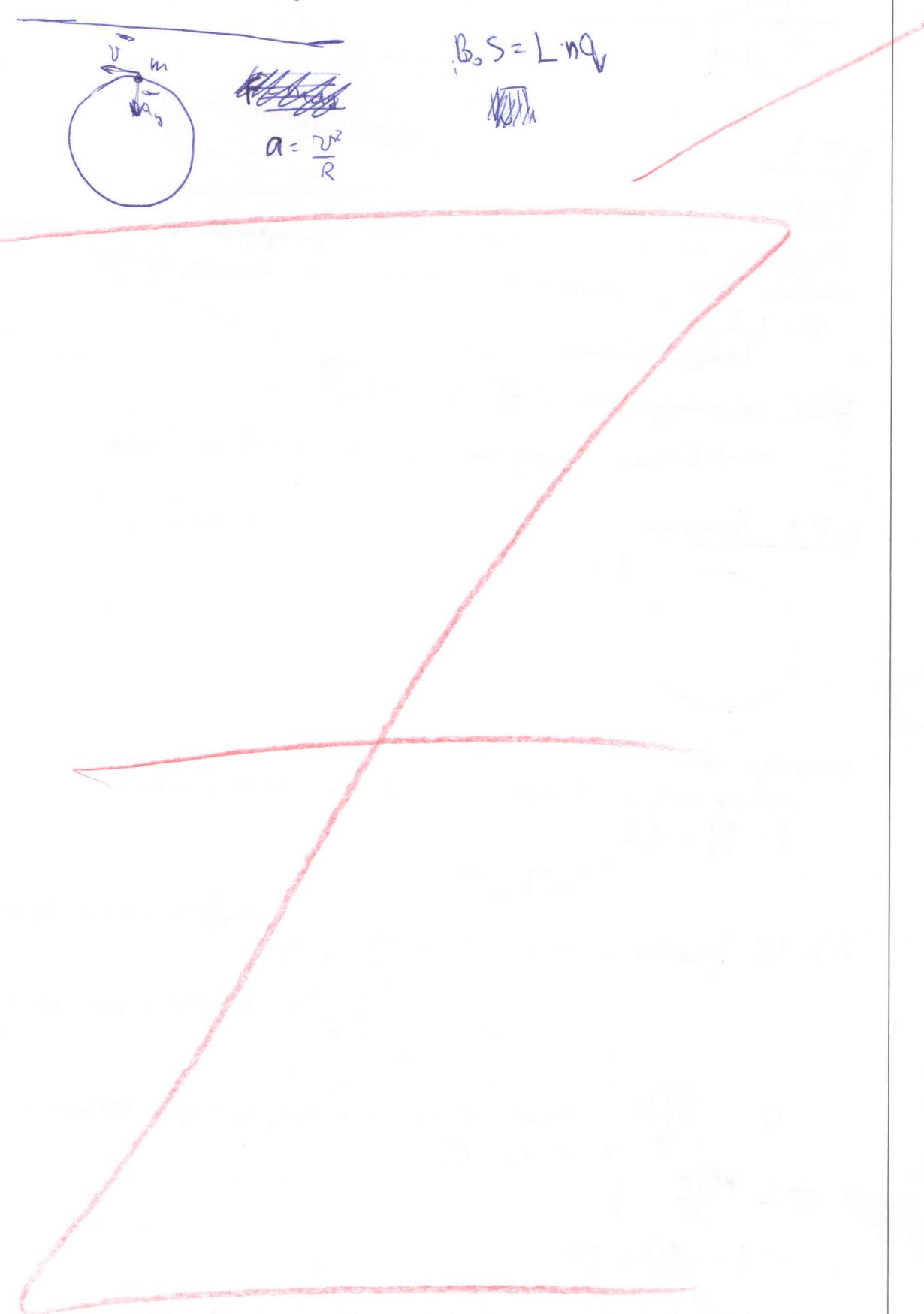
$$B_0 \cdot S = L \cdot n \cdot A,$$

где  $h$  - индуктивность катушки

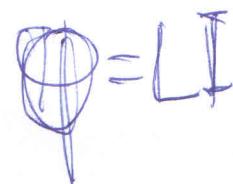


$$a = \frac{\omega^2}{R}$$

$$B_0 \cdot S = L \cdot n \cdot A$$

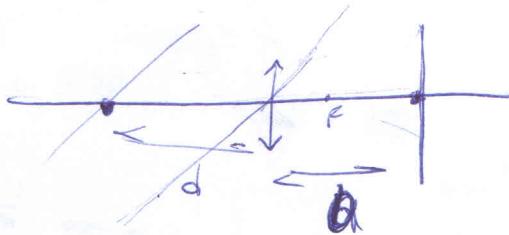


Черновик



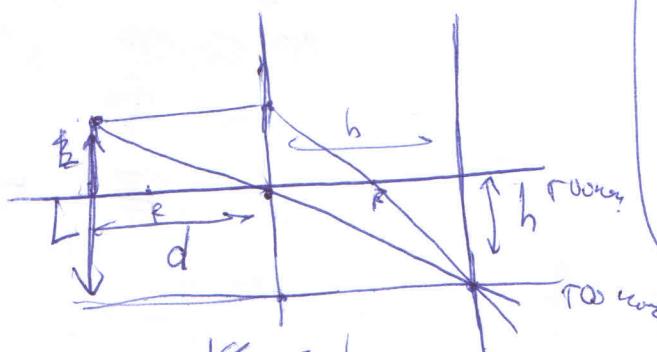
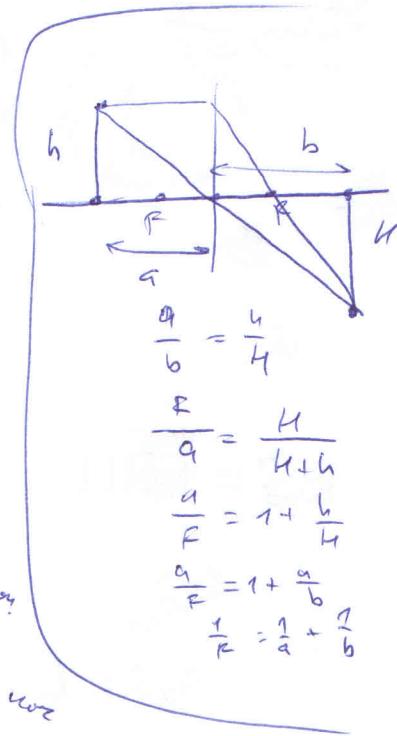
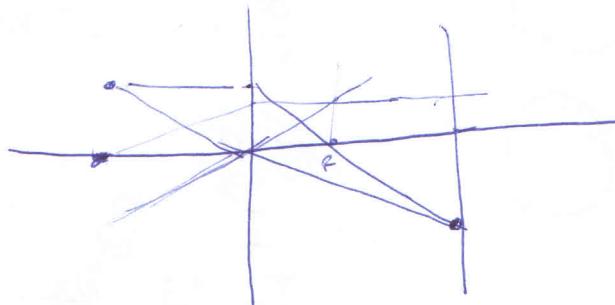
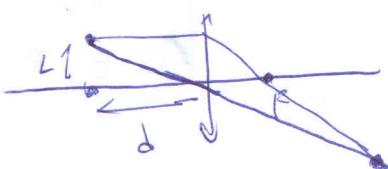
$$B_0 S = L I$$



Черновик

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

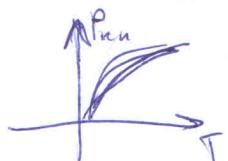
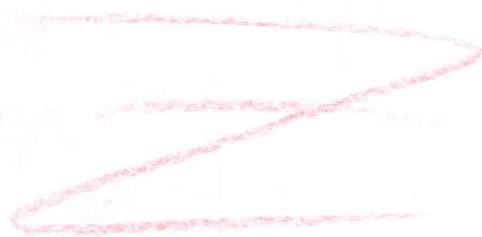
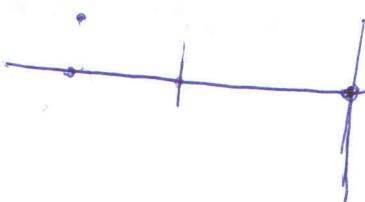
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$



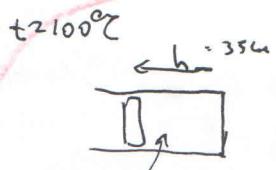
$$\frac{L-h}{d} = \frac{h}{b} \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$b = \frac{hd}{L-h} = \frac{2 \cdot 24}{4} = 12 \text{ см}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{b} \Rightarrow F = \frac{bd}{b+d} = \frac{12 \cdot 24}{12+24} = \frac{12 \cdot 24}{36} = 8 \text{ см}$$







$$P_{B_0} + P_{B_1} = P_0$$

$$P_{B_0} + P_{C_1} = P_0$$

$$P_{B_0} h S = \gamma_0 RT$$

$$P_{B_1} \cdot (h - \Delta h) S = \gamma_1 RT$$

$$\gamma_B = P_0 - \gamma_1$$

$$\Delta m = \mu \cdot \gamma_B$$

$$\frac{\Delta m}{M} = V_0 - V_1 = \frac{S}{RT} (P_{B_0} h - P_{B_1} h + P_{B_1} \Delta h)$$

$$\frac{\Delta m RT}{\mu S} = \left( P_0 - P_{C_1} \frac{h - \Delta h}{h} \right) h - P_0 (h - \Delta h)$$

$$= P_0 h - P_{C_1} (h - \Delta h) - P_0 h + P_0 \Delta h$$

$$\frac{\Delta m RT}{\mu S} = P_0 \Delta h - P_{C_1} (h - \Delta h)$$

$$P_{C_1} = P_0 \Delta h - \frac{\Delta m RT}{\mu S}$$

$$\begin{array}{r} 99 \\ 5000 \\ -1707 \\ \hline 3293 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1097 \\ -1097 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3293 \\ -29 \\ \hline 3264 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3264 \\ -27 \\ \hline 3237 \end{array}$$

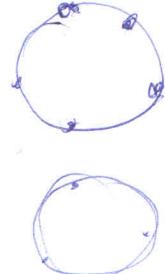
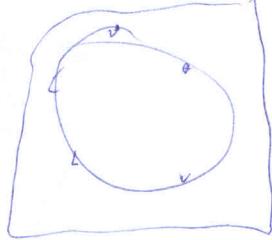
$$\begin{array}{r} 3237 \\ -29 \\ \hline 3108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3108 \\ -105 \\ \hline 3003 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3003 \\ -91 \\ \hline 2912 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2912 \\ -83 \\ \hline 2829 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2829 \\ -1707 \\ \hline 1122 \end{array}$$



Черновик

$M - ?$

$$Mg + P_{B_1} S = P_0$$

$$P = P_{B_0} + P_{B_1}$$

$$P_1 = P_{B_1} + P_{C_1}$$

$$P_{B_0} h S + P_{B_1} h S = P_0 \text{ при } t = 100^\circ C$$

$$P_{C_1} h S = P_0 \text{ при } t = 100^\circ C$$

$$Mg = P_{C_1} S$$

$$\text{зел сухо: } P_{C_1} V_2 = \gamma_1 RT$$

$$P_{C_1} V_2 = P_1 V_1$$

$$P_{C_1} h = P_1 (h - \Delta h)$$

$$P_{C_1} h = P_{C_1} (h - \Delta h)$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ 50 \\ 18 \\ \hline 6 \\ 108 \\ 518 \\ \hline 7 \\ 126 \\ 373 \\ 83 \\ \hline 1119 \\ 2961 \\ \hline 30729 \\ -18 \\ \hline 127 \\ -126 \\ \hline 129 \\ -126 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ 50 \\ 18 \\ \hline 6 \\ 108 \\ 518 \\ \hline 7 \\ 126 \\ 373 \\ 83 \\ \hline 1119 \\ 2961 \\ \hline 30729 \\ -18 \\ \hline 127 \\ -126 \\ \hline 129 \\ -126 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$Mg = P_{C_1} S \quad | \quad M = \frac{P_{C_1} h - \frac{\Delta m RT}{\mu S}}{g(h - \Delta h)} S$$

$$= \frac{5000 - 1707}{3} \cdot 10^{-2} = 1097 \cdot 10^{-2} \approx 11 \text{ кг}$$

