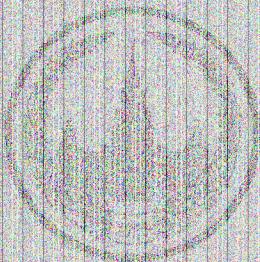


Московский государственный
университет
имени М.В.Ломоносова



100 лет
1917-2017

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Бланк № 12

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Фамилия, имя, отчество участника (в официальном порядке)

Фамилия, имя, отчество участника

Фамилия, имя, отчество участника (в официальном порядке)

Фамилия, имя, отчество участника
(в официальном порядке)

Фамилия, имя, отчество участника

Дата

Печать участника

Фамилия, имя, отчество участника

Фамилия, имя, отчество участника

Фамилия, имя, отчество участника

отказать
Олец

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов-2020»
ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника олимпиады по физике
Романова Олег Александрович 11.
(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 78 на 90 по следующей причине (необходимо указать номер задачи; выставленный за нее балл; основание для пересмотра баллов; балл, который должен быть выставлен по мнению участника):

Задача 2 теоретическая часть с 5 до 10 в задаче с тем,

что я написал правильно значение t (p)

Задача 3. теоретическая часть с 3 до 10 в задаче с тем,

что я написал те же формулы, что и в решении.

Задача 1 №13 Не теория с 13 до 14 так я ошибся в подсчетах

«5» марта 2020 г.

(Олец)

(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».

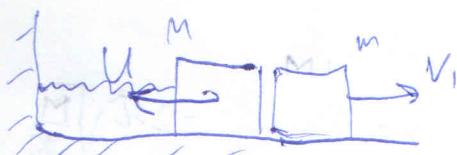
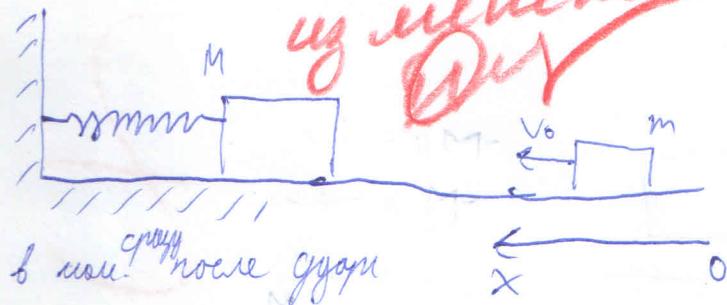
Чистовик

v61,3

ЧИСТОВИК

Чист 1.

*Очень не
изменено*

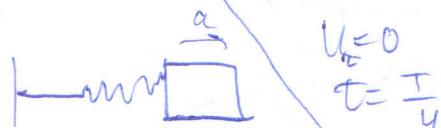


$$\text{З. С. И. } mV_0 = MU + m \cdot (-V_1) = MU - mV_1$$

$$\text{З. С. З (м.с. удар упругий)} \frac{mV_0^2}{2} = \frac{MU^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2}$$

Равновесие колебания.

$$T \text{ (время)} = 0$$


 v_0 . $a=0$ (установка)


$$v_0$$

$$t = \frac{T}{4}$$

$$|a| = \max$$



$$t = \frac{T}{2}$$

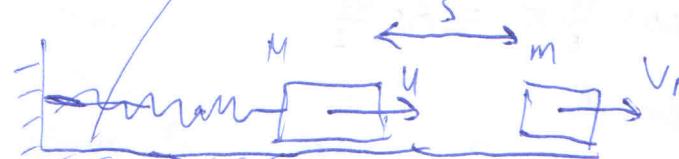
$$U = U_0$$

Значит через время $t = \frac{T}{2}$ мы не погодим, но будем в системе и, плавленную в противоположную сторону и = по модулю и в нач $t=0$.

Бруск будет в

стрем к, плавлен-

имен такую ситуацию



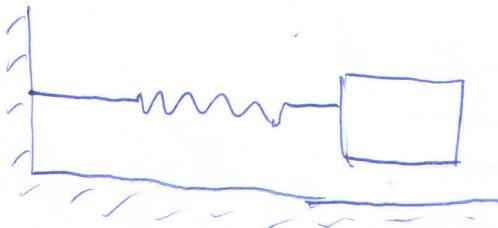
$$s = V_1 \cdot \frac{T}{2}$$

ЧИСТОВЫЙ

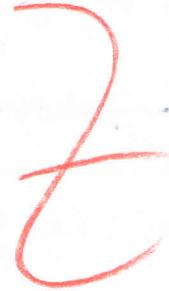
Лист 2

~~Решение для упругого маятника~~

Демонстративное исследование (ответы для заданий)



$$\begin{aligned} -Ma &= kx \\ -M\ddot{x} &= kx \\ \ddot{x} &= -\frac{k}{M}x \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} w &= \sqrt{\frac{k}{M}} \\ 2\pi T &= \frac{2\pi}{w} = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} \end{aligned}$$

Сам вид функции $x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$
 ↑
 время

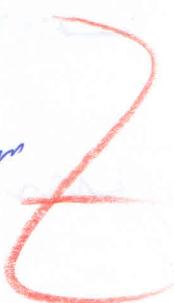
Убедимся, что решение подходит.

$$\begin{aligned} x' &= \cancel{A \cdot (-\sin(\omega t + \varphi))} \cdot \omega = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \\ x'' &= -\omega A (\cos(\omega t + \varphi)) \cdot \omega = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = \\ &= -\omega^2 x. \end{aligned}$$

получим исходное $\ddot{x} = -\omega^2 x$

В мом. когда произошло удар

$$\cos(\omega t + \varphi) = 0 \quad \left. \begin{array}{l} \\ t=0 \end{array} \right\} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$$

поскольку после удара мяч поехал \leftarrow , то $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ поскольку ~~есть~~ есть \cos первичная функция с периодом 2π , то $T \rightarrow 2\pi \Rightarrow \frac{2}{3}T \rightarrow \frac{4}{3}\pi$

$$\text{Значит в момент } T = \frac{2}{3}T \quad x = A \cdot \left(\cos \left(\frac{4}{3}\pi + \frac{\pi}{2} \right) \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = A \cdot \cos \frac{11}{6}\pi = A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \oplus$$

Теперь найдем A.

$$\text{Из з. с.з. } K \frac{A^2}{2} = m \frac{U^2}{2} \Rightarrow A^2 = \frac{m}{K} U^2$$

Чистота ЧИСТО ВИК

Чист 3

№2. Н.З.

т.к. через время $\theta = \frac{2}{3} \pi$ тела снята дозиметр, то

$$V_1 \cdot \frac{2}{3} \pi = A \times \left(\frac{2}{3} \pi\right) = A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V_1^2 \cdot \frac{4}{9} \pi^2 = A^2 \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{4} \cdot \frac{M}{K} U^2$$

$$\text{Вспомним, что } T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{M}{K}$$

$$\Rightarrow V_1^2 \cdot \frac{4}{9} \cdot 4\pi^2 \cdot \frac{M}{K} = \frac{3}{4} \cdot \frac{M}{K} \cdot U^2$$

$$\frac{16}{9} \pi^2 V_1^2 = \frac{3}{4} U^2$$

дополним сюда ур-ие з.с и з.с.т из нач.условий из началь задачи

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{16}{9} \pi^2 V_1^2 = \frac{3}{4} U^2 \Rightarrow U = \frac{4}{3} \pi V_1 \sqrt{\frac{4}{3}} \\ m V_0 = M U - m V_1 \end{array} \right.$$

$$m V_0^2 = M U^2 + m V_1^2$$

$$\text{получимо } n = \frac{M}{m} \Rightarrow M = n \cdot m$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U = \frac{4}{3} \pi V_1 \sqrt{\frac{4}{3}} \\ V_0 = M U - V_1 \end{array} \right.$$

$$m(V_0 + V_1) = M U$$

$$m(V_0^2 - V_1^2) = M U^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U = \frac{4}{3} \pi V_1 \sqrt{\frac{4}{3}} \\ m(V_0 + V_1) = M U \\ m(V_0 - V_1)(V_0 + V_1) = M U^2 \end{array} \right. \xrightarrow{\text{запишем 2-е}} \left\{ \begin{array}{l} U = \frac{4}{3} \pi V_1 \sqrt{\frac{4}{3}} \\ V_0 - V_1 = U \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow V_0 = V_1 + \frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{4}{3}} \pi V_1 = V_1 \left(1 + \frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{4}{3}} \pi \right)$$

$$\text{из ур-ия } m(V_0 + V_1) = M U \Rightarrow n = \frac{M}{m} = \frac{V_0 + V_1}{U} =$$

$$= \frac{V_1 \left(1 + \frac{4}{3} \sqrt{\frac{4}{3}} \pi \right) + V_1}{\frac{4}{3} \pi \cdot \sqrt{\frac{4}{3}} \cdot V_1} \Rightarrow n = \frac{2 + \frac{4}{3} \sqrt{\frac{4}{3}} \pi}{\frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{4}{3}} \pi} \quad \text{≡}$$

ЧИСТОВИК

лист 6

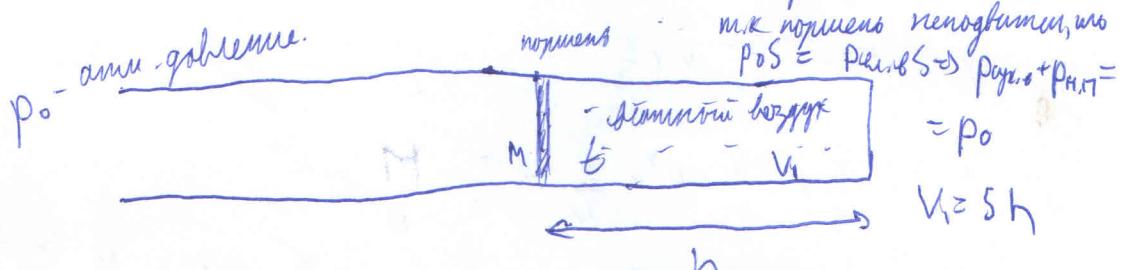
Чистовик.

2, 4, 3

смешаный воздух = пар + сухой воздух.

р.воздуха = р.пара + р.н.п.

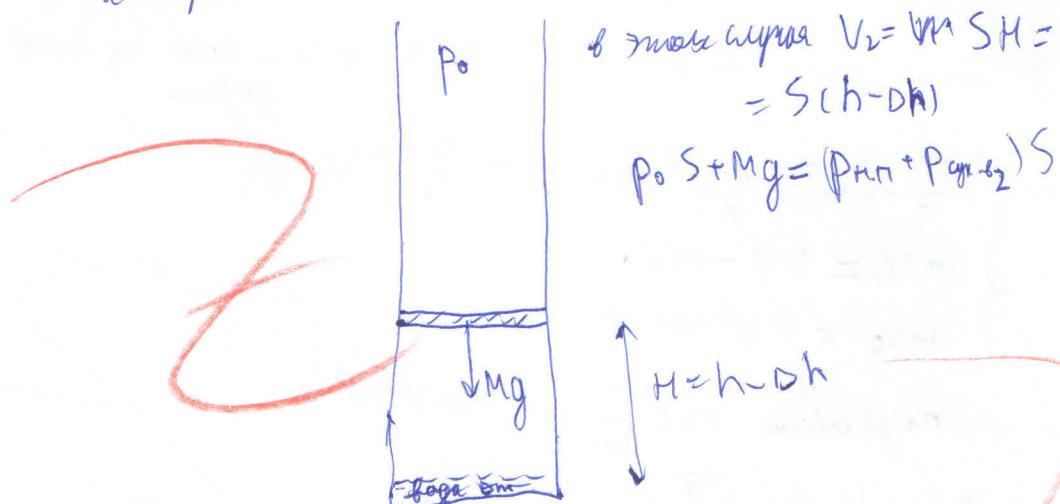
М.П - наимен. пар.



Если бок нормаль не в горизонте изменится фикс?

 $(H = h + dh)$, то V воздуха между дном и нормалью \Rightarrow → пар становится неподвижным и вода не конденсируется \Rightarrow → противовес \Rightarrow нормаль изменится выше ($H = h - dh$)

и пар все еще плавающей



$$\Delta m_{\text{пар.}} = \frac{\Delta m}{\mu} = \frac{1}{180} \text{ кг/м}^3$$

 $pV = JRT$ но з. Менделеева - Клапейроу. М.А. $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ при $T = \text{const}$ $\Rightarrow p = \text{const}$

$$\Rightarrow p(V_2 - V_1) = (V_2 - V_1) RT$$

$$p(V_2 - V_1) = (V_1 - V_2) RT$$

$$p S \Delta h = \frac{DV}{S} RT$$

$$p = \frac{DV RT}{S \Delta h} = \frac{0,01 \cdot 0,05 \cdot 8,31 \cdot (100+273)}{18 \cdot 1,013 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05} \text{ кПа}$$

ЧИСТОВИК

Чист 4

$$\textcircled{=} 1 + \frac{2}{\frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{4}{3}} \cdot \pi} = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\sqrt{4} \cdot \pi} = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{8\pi}$$

Посчитали примерно $\sqrt{3} \approx 1,7$
 $\pi \approx 3$

2

$$n \approx 1 + \frac{3 \cdot 1,7}{8 \cdot 3} = 1 + \frac{1,7}{8} \approx 1 + 0,21 \approx \text{окр. } 1,2.$$

Ответ: $n = \cancel{1,21} \quad 1 + \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \approx 1,2.$

2

Теория.

Рассмотрим тело в начальном состоянии.

□ ← тело

поверхность

тогда тело падает, оно приобретает скорость (путь скорость V_0 за миллисекунду до удара)

~~будет соприкоснуться с поверхностью земли~~

~~и тело получит кинетическую энергию $E_k = \frac{mv^2}{2}$~~

Причина за изменение до удара у тела есть кинетическая энергия. $(m \frac{v^2}{2})$ Удвою до того, как его отпустят, $V=0 \Rightarrow$

\Rightarrow кин. энергии. Кем. Откуда она возникла? из потенциальной энергии. Если тело ударится о землю (Ударом тела ~~удар~~ ~~внешний~~ абсолютно неупругий), то

? возделение E_k , которое перешло из поменявшейся поменявшаяся возможная энергии тогда E_k поменялась - так поменявшаяся энергия

взаимодействия тела с поверхностью, т.е. как-то существо, которое выделит, или тело удар на поверхность. При этом внешней поверхности земли.

Считаем $g = \text{const.}$ (участ. свободн. падения)

$F_n = mg h$, где m - massa тела, h - расстояние от тела до поверхности.



ЧИСТОВИК

лист 5

для пружин:

$$E_n = K \frac{x_0^2}{2}, \text{ где } x_0 - \text{длина растяжения} (\text{т.е. } x_0 = x_{\text{конечн}} - x_{\text{натур}})$$

Давайте выведем эту формулу.

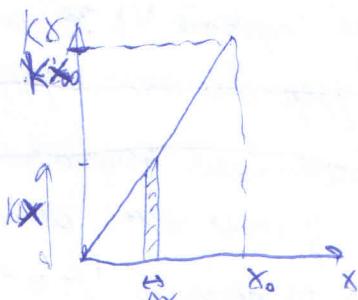
по закону Гука $F = kx$, где x - длина растяжения в некий мом. времени.

$$\Delta x \Delta E = F \Delta x \quad \text{или} \quad E = \int \Delta E$$

подставим x

$$\Delta E = kx \Delta x$$

Если считать без
интегрирования, то получим
уравнение $kx(x)$

различные полоски под кривой
(заштрихованы на графике)

Если площадь $\approx kx \cdot \Delta x$, тогда
если все площади под кривой и
суммируем E

$$\text{Но это треугольник} \Rightarrow \text{его площадь } \frac{kx_0 \cdot x_0}{2} = k \frac{x_0^2}{2}$$

Так фигура овалом симметрична способом.

$$\text{Итого } E_n = K \frac{x_0^2}{2}$$



Черновик

ЧИСТО ВИК

тест 7

$$\Delta V \rightarrow S \Delta h \quad \Rightarrow \quad V_1 = \frac{S h}{\Delta h} \cdot \Delta V = 7 \Delta V$$

$$V_1 \rightarrow Sh$$

$$V_2 = \frac{h + \Delta h}{\Delta h} = 6 \Delta V$$

$$pV = \rho RT$$

для Н.П.

$$p_{\text{Н.П.}} \cdot Sh = V_1 RT$$

$$p_{\text{Н.П.}} = \frac{7 \Delta V \cdot R \cdot T}{Sh} = \frac{7 \cdot \frac{1}{180} \cdot 83 \cdot 10^3}{Sh}$$

$$p_{\text{Н.П.}} \text{ и Н.П. при } T = \text{const} \quad p = \text{const}$$

$$p_{\text{Н.П.}} = 7 \cdot \frac{1}{180} \cdot \frac{7 \Delta V RT}{Sh} = 7 \cdot \frac{1}{180} \cdot 83 \cdot 10^3$$

$$= 7 \cdot \frac{1}{180} \text{ мбар} \cdot 83 \frac{\text{дм}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (100 + 243) \text{ К}$$

$$(p, S, 100 \text{ см}^2 = 0,01 \text{ м}^2)$$

$$5 \text{ м} = 0,05 \text{ м}$$

\approx зуначок 34400 Па. та. (подсчеты Р.Н.П.)

$$\Rightarrow \text{в горизонт. положении } p_{\text{гор.воздж.}} = p_0 - p_{\text{Н.П.}} =$$

$$= 65600 \text{ Па.}$$

После поворота Р.Н.П не изменился, а $p_{\text{гор.воздж.2}} =$

$$= p_{\text{гор.воздж.1}} \cdot \frac{h}{h - \Delta h} \quad (\text{и.е. } pV = \rho RT \xrightarrow{\text{const}} p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2})$$

$$\text{Получи } p_0 S + Mg = (p_{\text{Н.П.}} + p_{\text{гор.воздж.2}}) S$$

то из горизонт. полож. видимо, что $p_0 S = (p_{\text{Н.П.}} + p_{\text{гор.воздж.1}}) S$

$$\Rightarrow Mg = (p_{\text{гор.воздж.2}} - p_{\text{гор.воздж.1}}) S = p_{\text{гор.воздж.1}} \cdot S \cdot \left(\frac{h}{h - \Delta h} - \frac{8+3}{6} \right) = p_{\text{гор.воздж.1}} \cdot S \cdot \left(\frac{h - h + \Delta h}{h - \Delta h} \right) = p_{\text{гор.воздж.1}} \cdot S \cdot \frac{\Delta h}{h - \Delta h}$$

$$M = (p_0 - p_{\text{Н.П.}}) S \cdot \frac{\Delta h}{h - \Delta h} = \frac{1}{g} (p_0 - \frac{7 \Delta V RT}{Sh}) \cdot S \cdot \frac{\Delta h}{h - \Delta h} \approx$$

\approx кн/м2 10,9 кг $\approx 11 \text{ кг.}$

Возможные в черновике.



Чистовик.

ЧИСТОВИК

Чист 8

Погорелческий вопрос: температура кипения - температура, при которой кипение происходит по всему объему. и рекуперации...

Зависимость тем от P :

Рассмотрим движение



Несколько состояний движения из миллиардов (в этом случае кипения). Волнение может возникнуть, у которых в начальном положении достаточная ~~скорость~~ энергия для кипения. т.к. $E \sim v^2$

Если скорость не достаточна, то молекула вернется назад. Если же увеличим P , то ~~энергия~~ возникающая у молекул будет больше \Rightarrow кипения больше ~~скорости~~
 \Rightarrow кипения больше энергии, а энергия $\sim t \Rightarrow$
 \Rightarrow кипения $\propto P$. Аналогично для $\propto P \propto t$

Имея, чем больше давление, тем больше тем, чем меньше давление, тем меньше тем.



Чистовик

ЧИСТОВИК

лист 9

Задача 3.7.3.

после упругого удара скорость V

$$m\alpha = \cancel{q} VB \quad (= \text{Флоренца})$$

$$m \frac{V^2}{R} = q VB$$

$$m \frac{V}{R} = q/B$$

$$m \cdot k \frac{V}{R} = w \text{ (циркуляция)}$$

$$m w = q B$$

$$w = \frac{qB}{m} \rightarrow \text{постоянно, не зависящее от } N$$

Теперь рассмотрим перемещение

Чтобы на роторе катушка должна генерировать, нужно чтобы она ~~перемещение~~ вращалась ~~затем~~ нечто другого катушка не ~~вращалась~~ ~~затем~~ нужно ~~затем~~ угол φ уменьшить $\frac{2\pi}{N}$. $\Rightarrow \varphi_{\min} = \frac{2\pi}{N}$

~~если~~ если $\varphi > \varphi_{\min}$, то Δw

не зависит от N , то на роторе φ нужно ~~делать~~ уменьшить N времени, но тогда можно ~~увеличить~~ уменьшить N и вернуть $\varphi = \varphi_{\min} \Rightarrow$ при N_{\min} $\varphi_{\min} = \frac{2\pi}{N}$

~~тогда~~ Все это происходит за 1 импульс

меняется форма \Rightarrow за $T = \frac{1}{n}$

$$wT = \varphi \Rightarrow \frac{qB}{m} \cdot \frac{1}{n} = \frac{2\pi}{N_{\min}} \Rightarrow N_{\min} = \frac{2\pi}{qB} \cdot n \cdot m =$$

$$= \frac{3,14}{10^{-4} \cdot 100} \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot \pi}{10^{-4} \cdot 100 \cdot 1} \cdot \frac{1}{10^{-6} \cdot 10^3} =$$

$$= 16\pi \approx 50$$

$$\text{Ответ: } N \approx 50 \quad N = \frac{2\pi}{qB} nm \approx 50.$$

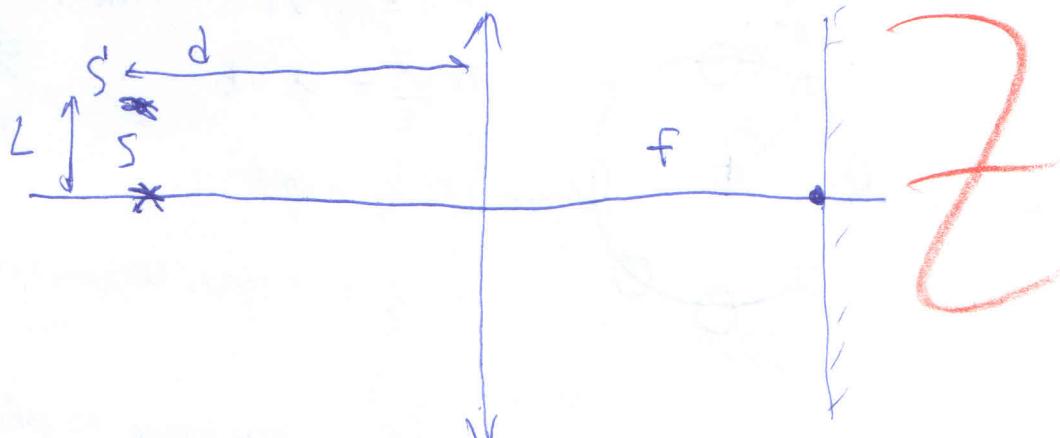
Флоренц $E = -\frac{d\Phi}{dt}$, где $d\Phi$ - Φ -поток (магнитный) в-время.

Индуктирующее - свободное поле создает магнитное поле.

ЧИСТОВИК

лист 10

4, 10, 3.

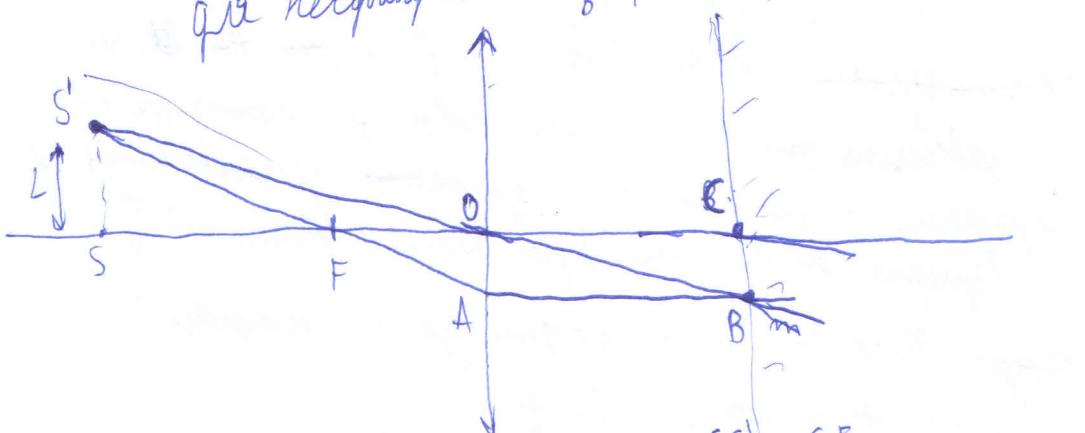


~~значит~~ $d > F$ т.к. изображение действительное

В первом случае из формул тонкой линии $\frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{S}$

во втором получим еще лучше.

для несжимаемой линии, но сжимаемого источника.

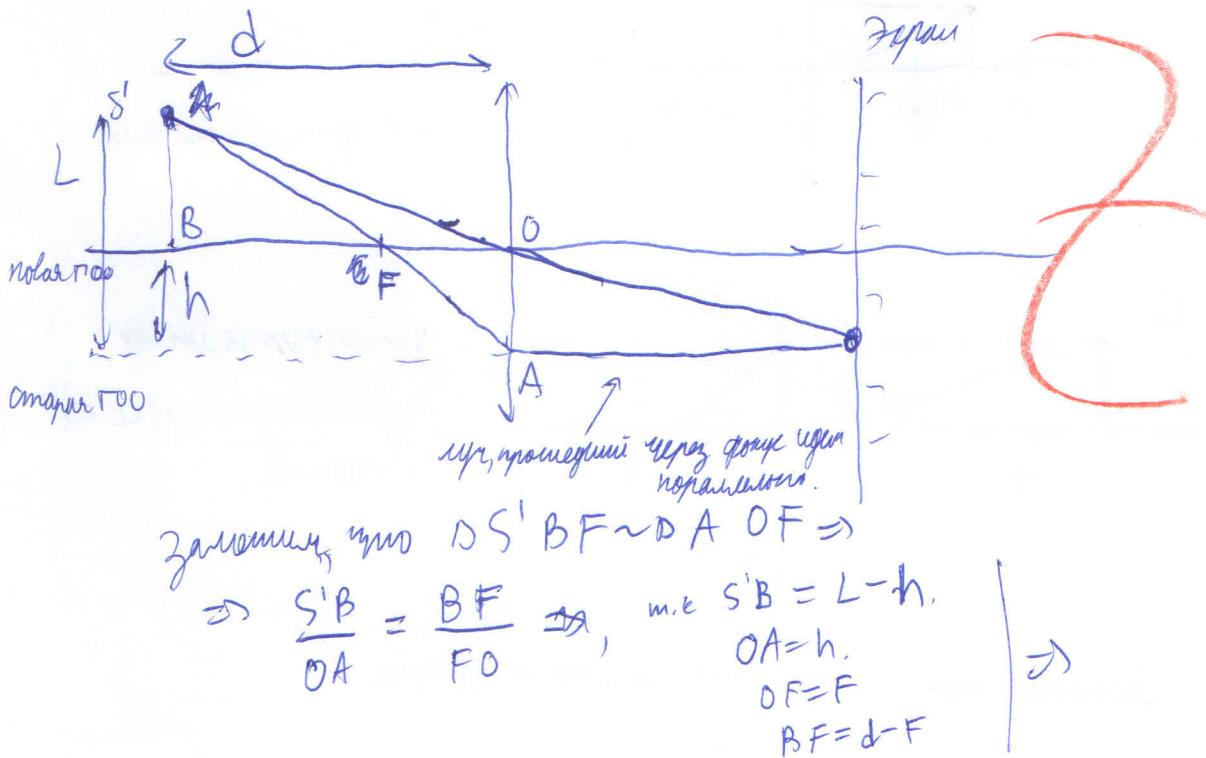


$$\begin{aligned} \Delta SS'F \sim \Delta OAF &\Rightarrow \frac{SS'}{OA} = \frac{SF}{F} \\ \Delta SOB \sim \Delta BOA \quad \Delta BOC &\Rightarrow \frac{S'S}{BC} = \frac{SO}{OC} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right\} \text{d}$$

$$\Rightarrow \frac{SO}{OC} = \frac{SF}{F}$$

ЧИСТОВИК

лист II



$$\Rightarrow \frac{L-h}{h} = \frac{d-F}{F} \Rightarrow \frac{L}{h} - 1 = \frac{d}{F} - 1 \Rightarrow$$

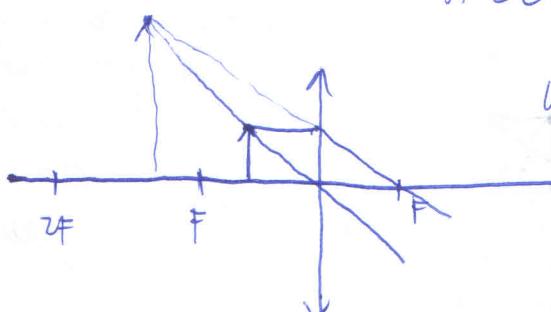
$$\Rightarrow \frac{L}{h} = \frac{d}{F} \Rightarrow F = \frac{dh}{L} = 24 \text{ см.} \cdot \frac{2 \text{ см}}{6 \text{ см}} = 8 \text{ см.}$$

Ответ: $F = \frac{dh}{L} = 8 \text{ см.}$

Практика: построи все возможные варианты для ~~одного~~ изображения и рассчитай. Используй

Соответствия: 3 случая:
 1) $d \in [0; F]$ или
 2) $d \in [F; 2F]$
 3) $d \in [2F; +\infty)$

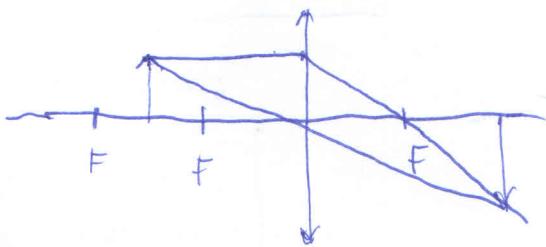
1)



изображение винчестер, прямое, увеличенное.

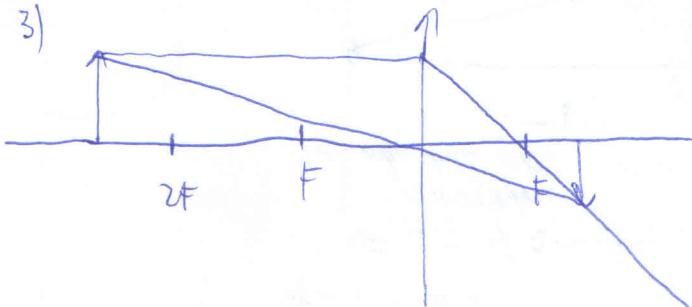
мим 12

2)



действительное,
перевернутое, уменьш-
щее.

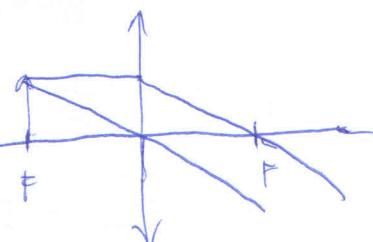
3)



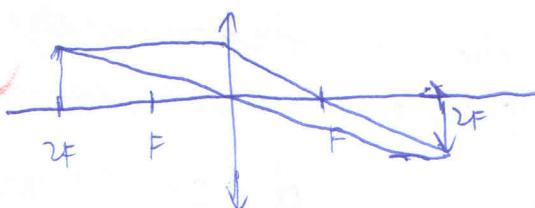
действительное,
перевернутое, умень-
щющее.

~~Вспоминается~~ отдельно рисунок для случая $d=F$

2



чуть параллельные.
изображения нет.

и $d=2F$ 

изображение = обман-
чивая.

Декартовская шкала

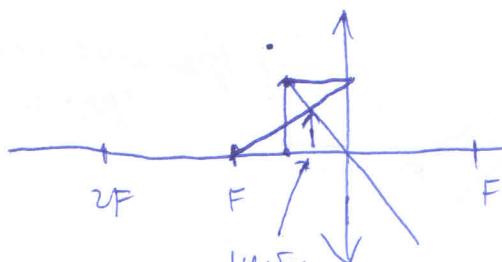
в случае рассеивающей линзы
обратно пропорционально диаметру.

значение зависит от

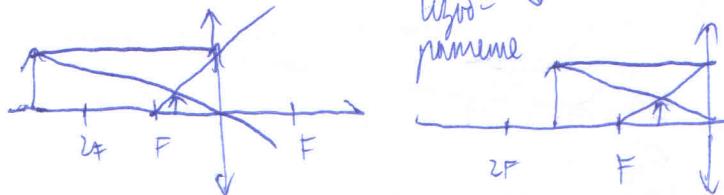
d. оно всегда

минимум,

极大值, уменьша-
ющее.

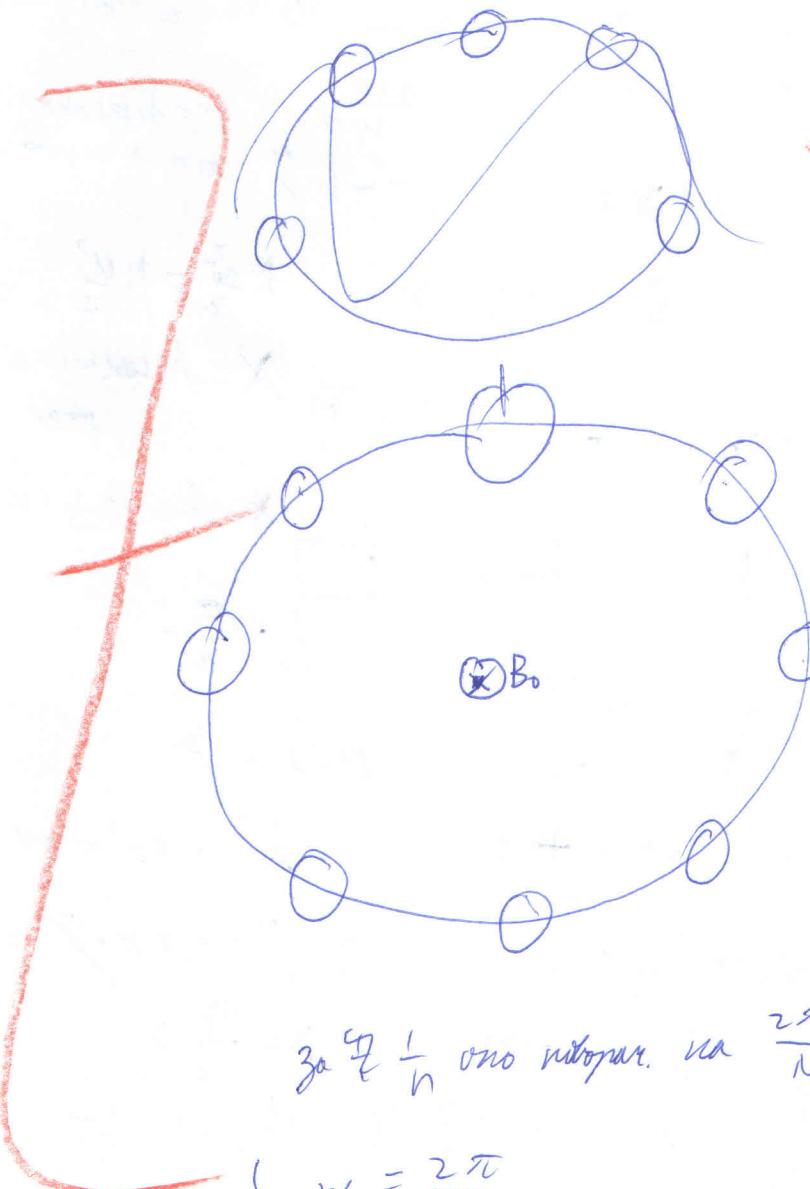


шуб-
режиме



конус, всего 12 листов

Черновик



$$m \frac{V^2}{R} = qVB$$

$$\underline{m\sigma = qBR}$$

$$m\omega = qB$$



За $\frac{q}{m}$ $\frac{1}{n}$ оно пойдет на $\frac{2\pi}{N}$

$$\frac{1}{n} \cdot \omega = \frac{2\pi}{N}$$

$$\frac{1}{n} \cdot \frac{qB}{m} = \frac{2\pi}{N}$$

$$N = \frac{2\pi n m}{qB}$$



Z

Черновик

$$65600 \cdot 0,81 \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{10}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ + 8,3 \\ \hline 381,3 \\ - 2984 \\ \hline 3095,9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 10^4 \\ \cdot \frac{1}{3} \\ \hline 10^4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \cdot \frac{1}{18} \\ \hline 18 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3096 \\ 240 \\ - 360 \\ \hline 34,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 344000 \\ 100000 \end{array}$$

$$\frac{M U_i^2}{z} + K \frac{x^2}{z} = \frac{M U^2}{z}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$x_i = 2\pi U_i \star 2$$

$$M \ddot{x}^2 + K x^2 = \text{const}$$

$$\begin{array}{r} 3,1 \\ + 1,6 \\ \hline 4,7 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3,14 \\ + 1,6 \\ \hline 4,74 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3,14 \\ + 1,6 \\ \hline 4,74 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,6 \\ + 1,6 \\ \hline 3,2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1,6 \\ + 1,6 \\ \hline 3,2 \end{array}$$

$$U_i \sim -x_i$$

$$x = \frac{\sqrt{3}}{2} x_0$$

$$\omega |x_i| = \frac{M}{K} U_i \quad \frac{\sqrt{3}}{2} x_0 = V_i \cdot \frac{2}{3} T$$

$$M U + K x_i$$

$$M a = k x$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{M}{K} U^2 = V_i^2 \cdot \frac{4}{3} T^2$$

Z

$$U_i + 2x_i = \text{const}$$

$$x = V_i \cdot \frac{2}{3} T$$

$$\frac{M U^2}{z} = \frac{K x^2}{z}$$

$$\frac{M U_i^2}{z}$$

$$M U_i^2 + K (V_i \frac{2}{3} T)^2 = M U^2$$

$$\frac{M U_i^2}{z} + \frac{K x_i^2}{z} = \frac{M U^2}{z}$$



$$\frac{T}{2} \rightarrow \pi$$

$$\frac{T}{6} \rightarrow \frac{\pi}{3}$$