



0 303769 840000

30-37-69-84

(66.16)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по Физике

ЖУРАВЛЕВА СЕМЁНА АНДРЕЕВИЧА

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

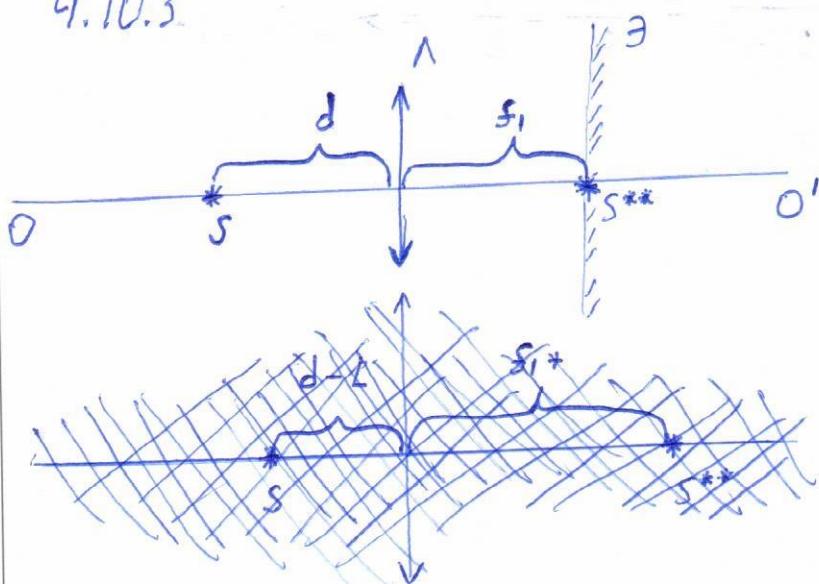
«21» ФЕВРАЛЯ 2020 года

Подпись участника

Жур

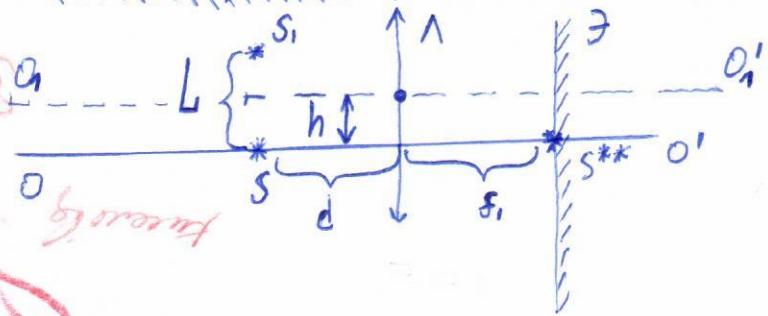
30-37-69-84  
(66,16)

4.10.3.



1) Изображение получено на экране  $\Rightarrow$  оно действительное, мира собирающее.

~~изображение действительное - движется привычные~~



2) Источник света сместили перпендикулярно оси  $OO' \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  мину тому надо сместить перпендикулярно оси  $OO'$ .

Расстояния от источника до мину и от экрана до мину не изменились  $\Rightarrow$  Источник изображается с одинаковым же увеличением.  $OO'$ - старая ось,  $O_1O'_1$ - новая ось

$$3) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF} \Rightarrow f_1 = \frac{dF}{d-F}$$

$$4) \Gamma = \frac{f_1}{d} = \frac{F}{d-F}, \text{ но с другой стороны } \Gamma = \frac{h}{L-h}$$

$$5) \frac{F}{d-F} = \frac{h}{L-h} \Rightarrow \frac{F}{24-F} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2F = 24 - F$$

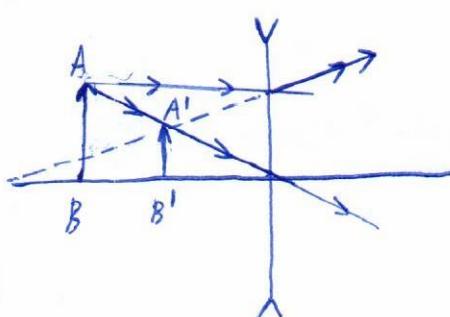
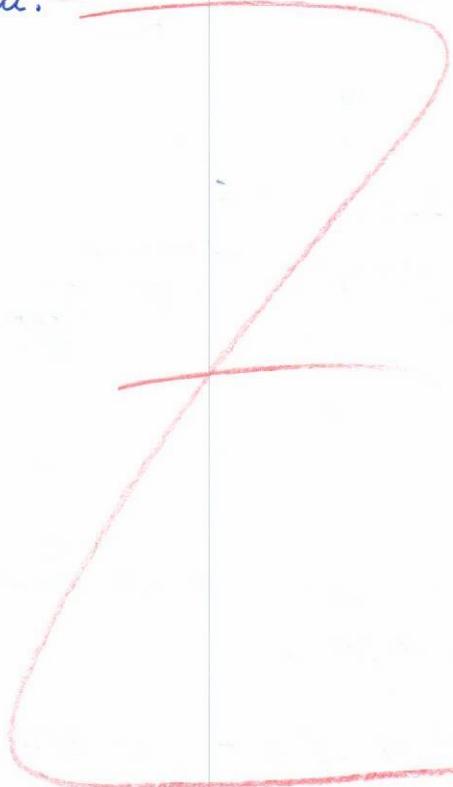
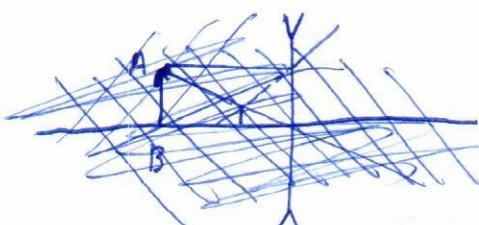
$$3F = 24 \text{ см} \Rightarrow F = 8 \text{ см.}$$

Но бывает  
и симметрическим

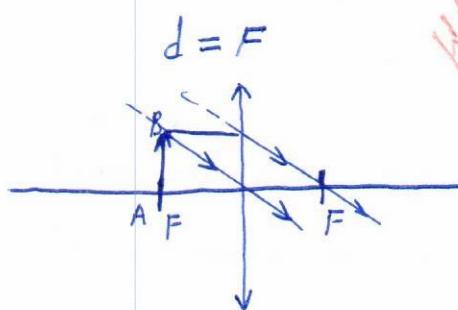
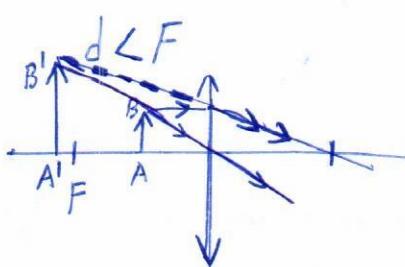
Ответ:  $F = 8 \text{ см.}$

Задача 4.10.3

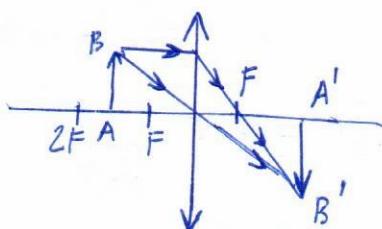
Рассеивающая линза



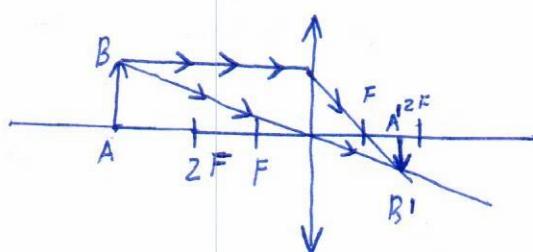
Собирающая линза



$$d \in (F; 2F]$$

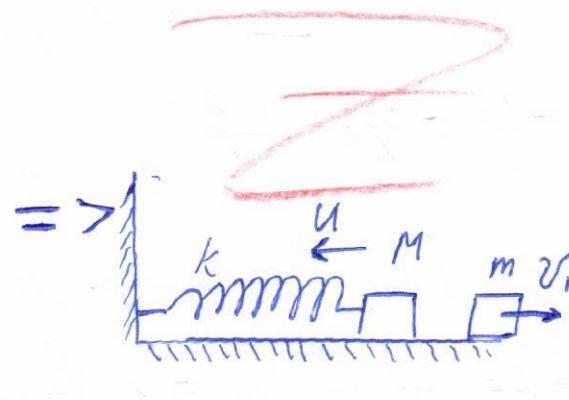
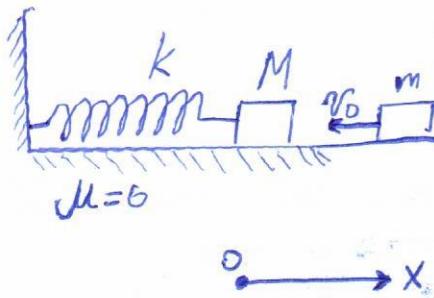


$$d \in (2F; +\infty)$$



N 1.1.3.

1)

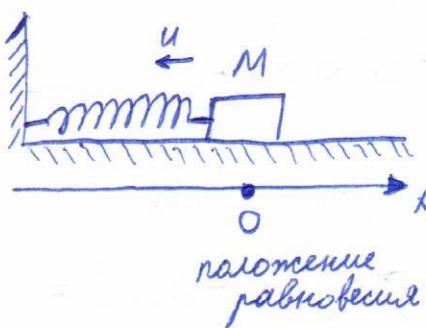


$$\text{ЗСИ ОХ: } -mv_0 = mu - Mu; \text{ ЗСЭ: } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$$

⊕

⊕

2)



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

$$v_{max} = u = \omega A \Rightarrow A = \frac{u}{\omega} = \frac{uT}{2\pi}$$

$$A = u \sqrt{\frac{M}{k}} - \text{амплитуда колебаний}$$

Через половину периода брусков массой  $M$  возвращается в положение равновесия, его скорость будет направлена вправо оси  $OX$  и равна по модулю  $u$

3) Т.к. в начальный момент времени с момента начала колебаний координата бруска равна 0  $\Rightarrow$  смещение равно 0. А скорость равна максимальной, то брусков массой  $M$  колеблются по закону  $x = -A \sin(\omega t)$

~~\*\*\*~~  $t=0$ :

$$x = -A \sin(0) = 0$$

$$v_x = \dot{x}(t) = -\omega A \cos(\omega t) \Rightarrow |v_x(0)| = |\omega A \cos(0)| = \sqrt{\frac{k}{M}} \cdot u \sqrt{\frac{M}{k}} = u;$$

4) За время  $t = \frac{2}{3} T$  брусков  $m$  проедет расстояние равное

$$\frac{2}{3} T v_i = \frac{4\pi}{3} \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot v_i$$

⊕

5) Координата  $M$  будет равна  $x = -A \sin(\omega \cdot \frac{2}{3}T) = -A \cdot (-\frac{\sqrt{3}}{2}) = \frac{\sqrt{3}A}{2}$

6) т.к. бруски стакнулись, то их координаты равны

$$\frac{\sqrt{3}}{2}A = \frac{4\pi}{3}\sqrt{\frac{M}{k}} \cdot v_i \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 4\sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{4\pi}{3}\sqrt{\frac{M}{k}} \cdot v_i$$

$$\frac{3\sqrt{3}}{8\pi} U = v_i$$

7) Из пункта 1:  $v_0 = \frac{M}{m}U - v_i = nU - v_i$ , где  $n = \frac{M}{m}$

$$v_0^2 = v_i^2 + nU^2 \Rightarrow (nU - v_i)^2 = v_i^2 + nU^2$$

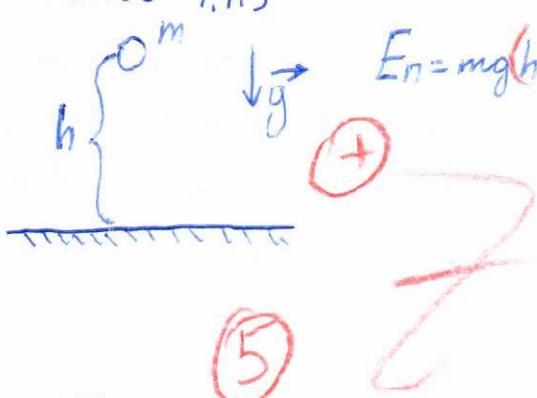
$$n^2U^2 + v_i^2 - 2nUv_i = v_i^2 + nU^2 \Rightarrow U^2 \cdot n - 2Uv_i = U^2$$

$$n \cdot U^2 - 2U \cdot \frac{3\sqrt{3}}{8\pi}U = U^2 \Rightarrow n - \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} = 1 \Rightarrow n = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} = \frac{4\pi + 3\sqrt{3}}{4\pi}$$

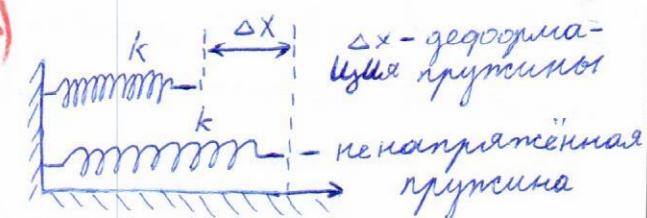
Ответ:  $n = \frac{M}{m} = \frac{4\pi + 3\sqrt{3}}{4\pi}$

15

Вопрос 1.1.3



$$E_n = mg(h - h_0)$$



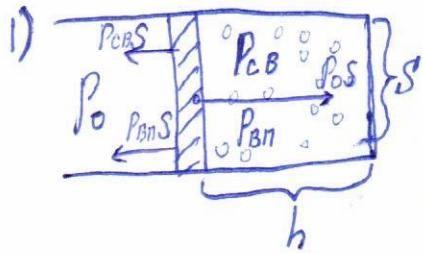
$$E_n = \frac{k \Delta x^2}{2}$$

Потенциальная энергия - физическая величина, характеризующая возможность тела совершить работу, как иначе характеризует?

Размерность?

30-37-69-84  
(66.16)

N2.4.3.



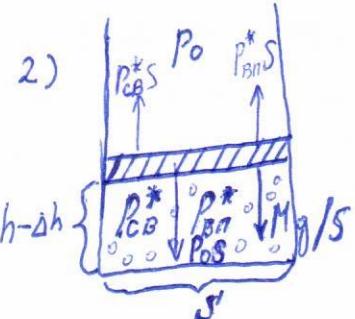
$$P_0 = P_{CB} + P_{Bn} \Rightarrow P_{CB} = P_0 - P_{Bn}$$

$$P_{CB} Sh = v_{CB} RT, \text{ где } T = t + 273 = 373 \text{ K}$$

$$Sh P_{Bn} = \frac{m_n}{\mu} RT \Rightarrow m_n = \frac{Sh P_{Bn} \mu}{RT}$$

$P_{Bn}$  - давление водяного пара

$P_{CB}$  - давление сухого воздуха



$T, K$ . сконденсировалось вода и  $T = 343 \text{ K}$   
 $\Rightarrow$  под горизонтом находится насыщенный  
пар, его давление  $P_{Hn} = P_0$

$$P_{Bn}^* = P_{Hn} = P_0$$

2 ЗН для горизонта:  $P_0 S + Mg = P_{CB}^* S + P_{Bn}^* S = P_{CB}^* S + P_0 S \Rightarrow Mg = P_{CB}^* S$

$$P_{CB}^* \cdot S (h - \Delta h) = v_{CB} RT = P_{CB} Sh \Rightarrow P_{CB}^* = P_{CB} \frac{h}{h - \Delta h}$$

$$P_0 S (h - \Delta h) = \frac{m_1}{\mu} RT, m_1 + \Delta m = m_n \Rightarrow \Delta m = m_n - m_1$$

$$\Delta m = \frac{Sh P_{Bn} \mu}{RT} - \frac{P_0 S (h - \Delta h) \mu}{RT} \Rightarrow P_{Bn} = \frac{\Delta m RT}{\mu Sh} + \frac{P_0 (h - \Delta h)}{h}$$

$$P_{CB} = P_0 - P_{Bn} = P_0 - \frac{\Delta m RT}{\mu Sh} - P_0 \frac{(h - \Delta h)}{h} = P_0 \frac{\Delta h}{h} - \frac{\Delta m RT}{\mu Sh}$$

$$M = \frac{P_0^* S}{g} = \frac{P_{CB} h S}{(h - \Delta h) g} = P_0 \frac{\Delta h}{h} \cdot \frac{h S}{(h - \Delta h) g} - \frac{\Delta m RT}{\mu Sh} \cdot \frac{h S}{(h - \Delta h) g} =$$

$$= \frac{P_0 \Delta h S}{(h - \Delta h) g} - \frac{\Delta m RT}{\mu (h - \Delta h) g} = \frac{10^5 \cdot 5 \cdot 100 \cdot 10^{-4}}{30 \cdot 10} - \frac{0,1 \cdot 8,3 \cdot 343}{18 \cdot 0,3 \cdot 10} =$$

$$= \frac{50}{3} - 5,81 = 16,67 - 5,81 = 10,86 \text{ кг}$$

Ответ:  $M = \frac{P_0 \Delta h S}{(h - \Delta h)g} - \frac{\Delta m R T}{M g (h - \Delta h)} \approx 10,86 \text{ кг}$  ✓

Вопрос 2.4.3

Температура кипения — температура при которой наступает переход вещества из твердого состояния в газообразное или наоборот. Что происходит?

Температура кипения уменьшается с уменьшением давления и растёт при увеличении давления над жидкостью.

Вопрос 3.4.3

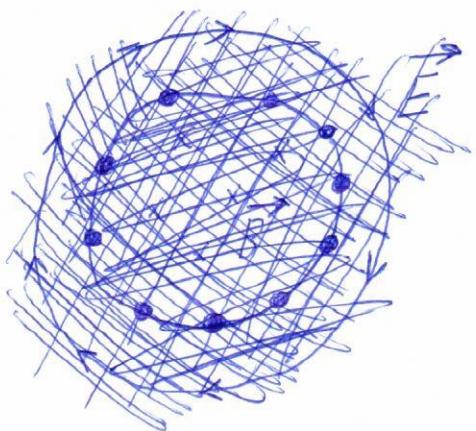
Индуктивность — физическая величина, характеризующая способность катушки создавать магнитное поле при протекании через неё электрического тока.

Формула?

ЭДС самоиндукции равно  $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(LI)}{dt}$ . Если  $L = \text{const}$

$$\mathcal{E}_i = -L \frac{dI}{dt} \therefore \text{Найдите!}$$

№3. №3



$$1) V = \frac{8}{1} = 8 R_B \Rightarrow T = 0,125 \text{ с}$$

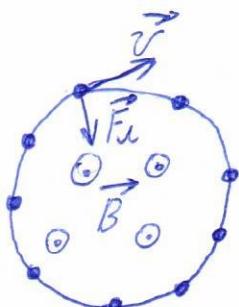
2) Количество шаров  $N \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  расстояние между ними  
 $\frac{2\pi R}{N}$

~~3) Чтобы в рамках задачи было неподвижно, необходимо, чтобы их скорость была равна  $V = \frac{2\pi R}{T}$~~

3) Чтобы в рамках задачи было неподвижно, необходимо, чтобы скорость шаров была равна  $V = \frac{2\pi R}{NT}$ , т.е. за время  $T$  шарик проходит расстояние  $\frac{2\pi R}{T}$  между шариками.

$$4) qBV = m \frac{V^2}{R} \Rightarrow qB = m \frac{V}{R} \Rightarrow qB = m \frac{2\pi R}{NTR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow qB = \frac{2\pi m}{NT} \Rightarrow N = \frac{2\pi m}{qBT} \approx$$



$$\approx \frac{2 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{10^{-4} \cdot 100 \cdot 0,125} \approx 6 \cdot 8 \approx 48$$

Ответ: 48.

Черновик.

$$\frac{1 \cdot 8,3 \cdot 373}{18 \cdot 3 \cdot 10} = \frac{373}{54} \cdot 0,83 \approx 0,83 \cdot 4 = 5,81$$

$$\begin{array}{r} 5013 \\ -3 \\ \hline 20 \\ -18 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,66m \\ \times 0,83 \\ \hline 5,81 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,64 \\ -5,81 \\ \hline 10,86 \end{array}$$

2

$$\frac{10 \cdot 0,05 \cdot 100 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 0,3} - \frac{2 \pi \cdot 10^3 \cdot 8,3 \cdot 373}{18 \cdot 10^{-4} \cdot 0,83 \cdot 10} = \frac{5}{0,3} - \frac{373}{54} \cdot 0,83 =$$

$$= \frac{50}{3} - 4 \cdot 0,83 = 16,67 - 5,81 \approx 10,86$$

2

$$qB \propto m \frac{V^2}{R}$$

$$qB = \frac{m}{R} \cdot \frac{2\pi X}{NT} \Rightarrow X = \frac{qBR}{2\pi m}$$

$$N = \frac{2\pi m}{qBT} = \frac{8,6 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{10^{-4} \cdot 100} =$$

$$= 48 \cdot 10^8 \cdot 10^{-8}$$