



0 496364 490005

49-63-64-49

(66.14)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вошел 15:05 - 15-08
[Signature]

Вариант № 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"

по физике

Попова Дмитрия Сергеевича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

[Signature]

Апелляция
удовлетворить
+5 баллов
Данил

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов-2020»
ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника олимпиады по физике

Тюнова Дмитрий Сергеевич

(фамилия, имя, отчество, класс)

Вариант 3

АПЕЛЛЯЦИЯ на результат Олимпиады

Прошу пересмотреть выставленный мне технический балл за мою работу заключительного этапа по физике, с 82 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: Прошу поднять балл за теор. вопрос, т.к. с 8 до 10
определение $\mu_{\text{кин}}$ и зависимость ~~зависит~~ наз. паров
~~от~~ $\mu_{\text{кин}}$ от давления написаны правильно.

Задача №4: Прошу поднять балл за теор. вопрос. с 7 до 10, т.к.
все возможные построения изображений
в линзах выполнены и даны все характеристики.

Прошу поднять балл за саму задачу №4 с 12 до 15, т.к. задача
решена правильно, все преобразования правильные, рисунки сделаны

«5» марта 2020 г.

Данил
(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».

* даже есть указание на частный случай уравнения изобары Вант-Гоффа.

по формулам
оценки
цены

87

Условие

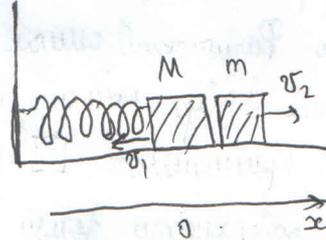
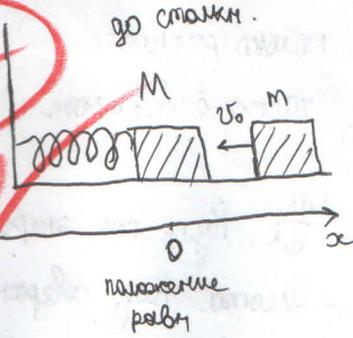
№1.3

после столкн

$$mv_0 + m v_2 = M v_0 + M v_2$$

$$v_2 = \frac{(M-m)v_0}{M+m}$$

$$v_1 = \frac{2mv_0}{M+m}$$



1) По ЗСИ на ось: $-mv_0 = -Mv_1 + mv_2$

$$\left. \begin{aligned} -mv_0 &= -Mv_1 + mv_2 \\ m(v_0 + v_2) &= Mv_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} v_0 - v_2 = v_1 \\ m(v_0 + v_2) = Mv_1 \end{cases}$$

По ЗЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$

$$m(v_0 + v_2)(v_0 - v_2) = Mv_1^2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{2mv_0}{M+m} \\ v_2 = \frac{(M-m)v_0}{M+m} \end{cases}$$

2) v_1 - скорость, передаваемая палу в положении равновесия $\Rightarrow v_1 = v_{max}$

Пользуясь уравнением колебаний: $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$

До встречи брусок массы m будет двигаться $f = \frac{2}{3}T$

~~Брусок массы M и палец равн. будет двигаться~~

(новое)

Координата x встречи: $x = x_0 \cdot \sin(\omega t)$ где $x_0 = \frac{v_{max}}{\omega}$ $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$

$$x = \frac{v_{max}}{\omega} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{2}{3} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{v_{max}}{\omega}$$

Полога $\frac{v_2}{x} = \frac{2}{3}T = \frac{(M-m)v_0}{M+m} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{\frac{k}{M}}$

$$\frac{x}{v_2} = \frac{2}{3}T = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2mv_0}{M+m} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{(M+m)}{(M-m)v_0} = \frac{2}{3} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

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

Ответ: $\frac{M}{m} = \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} + 1$

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25



Вопрос: Потенциальное поле - это то поле, работа сил которого по замкнутому контуру равна нулю.

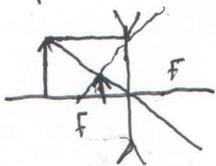
~~Вопрос~~ определения потенци. Физический смысл несет только разность потенциалов энергии в двух точках, поэтому часто выбирают точку поля, в которой принимают $\Phi = 0$.

Для тела ~~на~~ вблизи поверхности земли $g \approx 9,8 \frac{m}{c^2}$. Нуль пот. энергии берем на поверхности, тогда $\Pi = mgh$, где h - высота над поверхностью.

Для пружины сожата или растягивает на Δx $\Pi = \frac{k(\Delta x)^2}{2}$

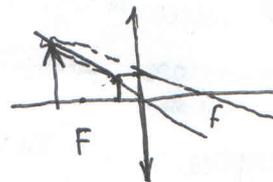
№ 4.10.3.

Вопрос: В рассеивающей линзе изображение всегда прямое, мнимое, уменьшенное. Какой будет ~~изображение~~ ^{каким будет изображение точечного источника на оптической оси?} ~~на оптической оси?~~



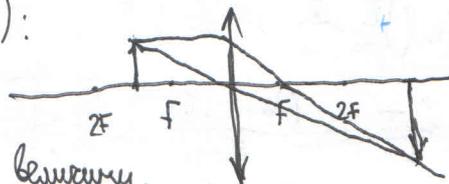
$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

Изображения в собирающей линзе: $d < F$:



прямое, мнимое, увеличенное
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$

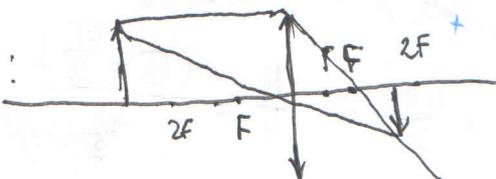
$d = F$ в F изобр. размыто; $d \in (F; 2F)$:



~~прямое~~, действительное, перевернутое, увеличенное

при $d = 2F$ изобр. ~~прямое~~, действительное, перевернутое, в том же размере.

при $d \in (2F; \infty)$:



действительное, перевернутое, уменьшенное

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

Точечный источник на оси

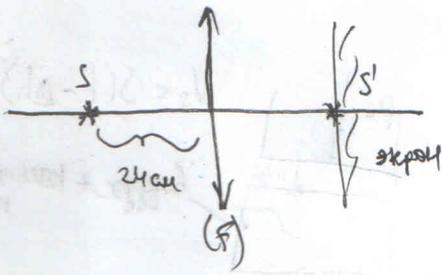


49-63-64-49

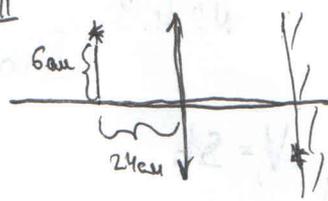
(66.14)

попробуйте!

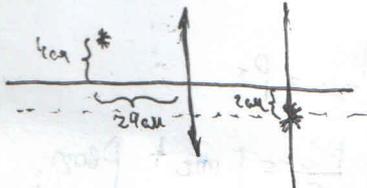
I:



II



III



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow \Gamma = \frac{F}{d-F}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

Для того, чтобы изображение вертикаль в исходную точку высота изобр. над главной опти. осью должна быть 2 см, тогда высота предмета

$$H = L - h = 6 - 2 = 4 \text{ см.} \Rightarrow \Gamma = \frac{H}{h} = \frac{4}{2} = 2 \Rightarrow \frac{F}{d-F} = 2 \Rightarrow$$

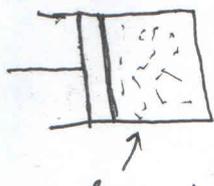
$$\Rightarrow 3F = 2d \Rightarrow F = \frac{2}{3}d = 16 \text{ см.}$$

$$\frac{F}{d-F} = \frac{1}{2} \Rightarrow 1,5F = 0,5d \Rightarrow F = \frac{1}{3}d = 8 \text{ см.}$$

Ответ: $F = 8 \text{ см.}$

N2.4.3.

I полость:



$$V_1 = Sh$$

$$P_1 = P_0$$

воздух + вода пар

II полость:



$$V_2 = S(h - \Delta h)$$

воздух + насыщенный пар.

$$1) P_0 Sh \rho_0 V_1 = (V_{\text{возд}} + V_{\text{вода}}) RT$$

$$2) P_0 + \frac{Mg}{S} = P_2$$

$$P_0 + \frac{Mg}{S} = P_{\text{нас}} + P_{\text{возд}_2}$$

при $t = 100^\circ\text{C}$ для воды $P_{\text{нас}} = P_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{Mg}{S} = P_{\text{возд}_2}, P_{\text{возд}_2} = \frac{V_{\text{возд}} RT}{V_2}$$

$$3) V_{\text{возд}} = V_{\text{пар}} + V_{\text{лик}} = \frac{P_0 V_2}{RT} + \frac{m}{\rho}$$

$$\Rightarrow M = \frac{V_{\text{возд}} RT \cdot S}{g \cdot V_2}$$

$$4) \text{из н. 1 и 3: } V_{\text{возд}} = \frac{P_0 V_1}{RT} - \frac{P_0 V_2}{RT} - \frac{m}{\rho}$$

$$5) \text{из н. 4 и 2: } M = \frac{\left(\frac{P_0 Sh}{RT} - \frac{P_0 S(h - \Delta h)}{RT} - \frac{m}{\rho} \right) RT \left(\frac{P_0 S \Delta h}{RT} - \frac{m}{\rho} \right) RT}{g \cdot (h - \Delta h)} = \frac{\left(\frac{P_0 S \Delta h}{RT} - \frac{m}{\rho} \right) RT}{g \cdot (h - \Delta h)}$$

$$= \frac{10^5 \cdot 10^{-4} \cdot 5 - \frac{0.1}{18} \cdot 8.3 \cdot 373}{10 \cdot 0.3} = \frac{50 - 16.9}{3} \approx 11 \text{ кг}$$

Ответ: $M = 11 \text{ кг}$

15

Температура кипения это та температура, при которой давление паров над жидкостью равно давлению насыщенного паров при этой температуре.

Используя уравнения термодинамики и фазовый переход можно вывести, что зависимость $T_{\text{кипения}}$ от давления является частным уравнением изобары Вант-Гоффа:

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad \text{т.е. } T_{\text{кип.}} \text{ зависит от давления экспоненциально.}$$

энтальпия фазового перехода.

8

49-63-64-49
(66.14)

№ 3.7.3

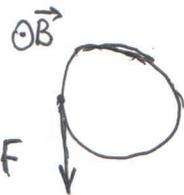
Вопрос: Индуктивность - величина, которая характеризует "сопротивляемость" контура к изменению магнитного поля.

$$L = \frac{\mu_0 N^2 \Phi}{S}$$

$$\mathcal{E}_{si} = -L I' \quad \mathcal{E}_{si} = -\Phi' = \frac{d(BS \cos \alpha)}{dt}$$

↑ индуктивность как коэффициент пропорциональности.

ЭДС самоиндукции равна скорости изменения магнитного потока, взятая с обратным знаком. +



1) $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{\frac{360}{80} \cdot N}{N} = \frac{48}{N}$ - с такой угловой частотой должно вращ. кольцо, в зависимости от N

2) $|\mathcal{E}_{si}| = |\Phi'| \Rightarrow \frac{A}{q} = \frac{-\Delta BS}{\Delta t}$

$$\frac{F \cdot \Delta \varphi \cdot R}{q} = \frac{-\Delta BS}{\Delta t}$$

$$\frac{m \dot{\varphi} \Delta \varphi R}{q} = \frac{-\Delta BS}{\Delta t}$$

$$m \dot{\varphi} \Delta \varphi R = -\Delta BS \cdot q$$

$$m \omega(t) \cdot \Delta \varphi R = -\Delta BS \cdot q \cdot \pi R^2 (*)$$

$$\omega_k = \frac{-\Delta B q}{2m} \Rightarrow$$

также как факт при разном ~~электронике~~ ~~у~~ в момент поле

просуммируем * за все время выносятся поля

$$\Rightarrow \frac{48}{N} = \frac{-\Delta B q}{2m} \Rightarrow N = \frac{96m}{-\Delta B \cdot q} = \frac{96 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-4}} = 96 \cdot 10^3$$

Ответ: ~~$N = 96 \cdot 10^{13}$~~ $N = 96 \cdot 10^3$ витков.



600g + масса пар. Термодинамика



$$p_0 V = \nu_{\text{см}} R T$$

$$\nu_{\text{возд}} + \nu_{\text{пар}}$$

$$L = \frac{\mu N_0 N p}{S}$$

$$\xi = -L I'$$

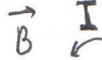


$p_{\text{кис}} + p_{\text{возд}}$

$$\nu_{\text{возд}} = \frac{p_0 V}{R T} + \frac{m}{M}$$

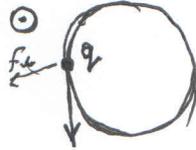
$$p_{\text{возд}} = \frac{m g}{S}$$

$$\xi = -\Phi'$$



$$\xi = E \cdot \Delta l = -\Phi'$$

$$\frac{A}{q} = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta b}$$



$$q \cdot E$$

$$\Phi \Delta \Phi = \Delta \Phi \cdot R$$

$$\frac{F \cdot \Delta l}{q}$$



$$E = \frac{F}{q}$$

$$\frac{F \cdot \Delta \Phi \cdot R}{q} = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta b}$$



$$w = \frac{360}{\Delta b} \quad \frac{360}{\frac{1}{8}} = \frac{360 \cdot 8}{N}$$

$$m_{\text{ак}} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta b \cdot \Delta b}$$

$$\frac{\Delta \Phi}{R}$$

$$w = \frac{2}{R}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta b}$$

$$F \cdot \Phi' \cdot \Delta R \quad \frac{\Phi' \cdot \Delta \Phi \cdot R}{q} = \Delta B \cdot S = \pi R^2$$

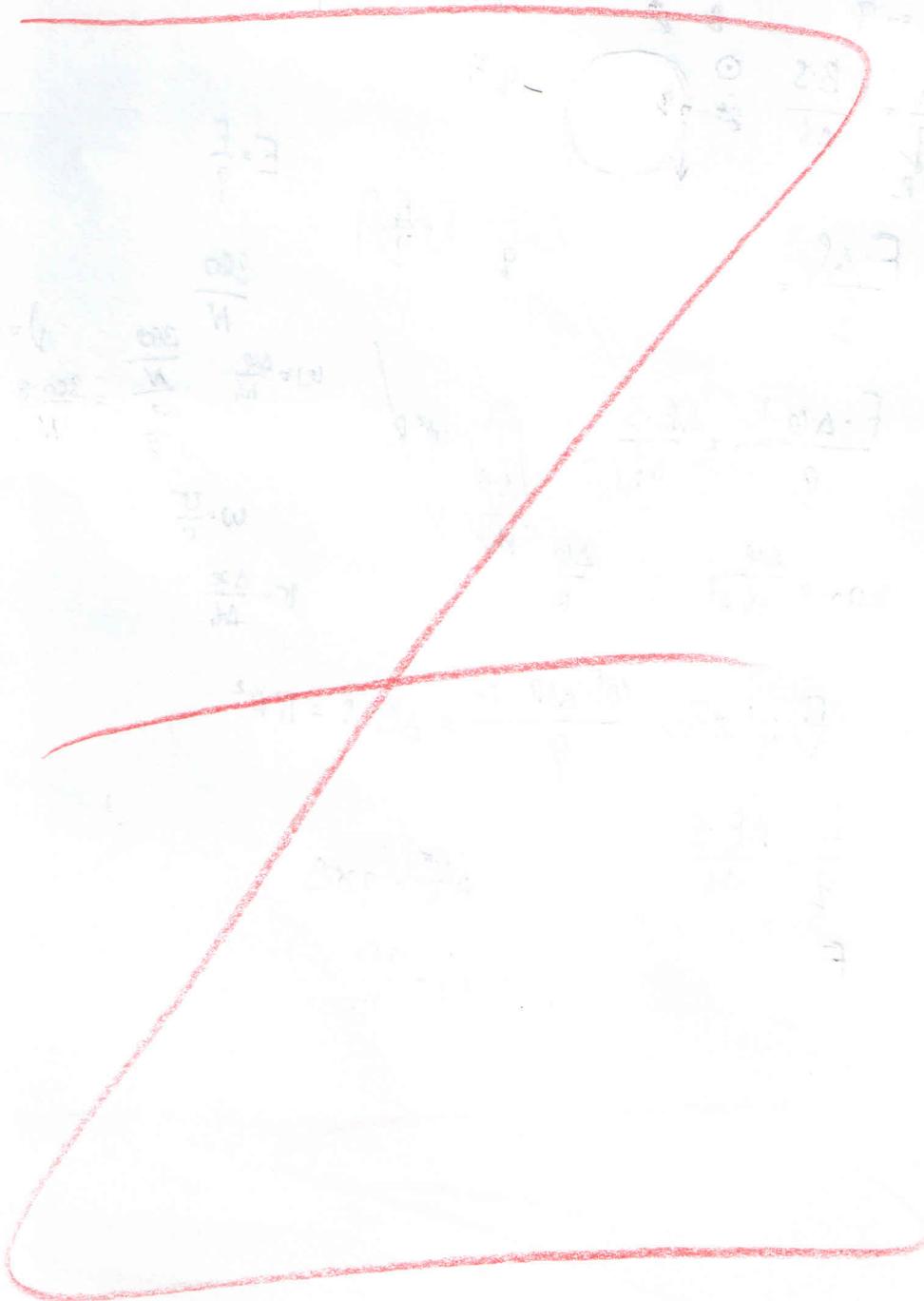
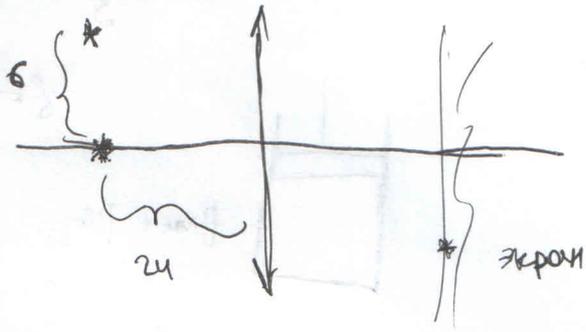
$$\frac{A}{q} = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta b}$$

$$m \frac{v^2}{R} = q^2 B$$

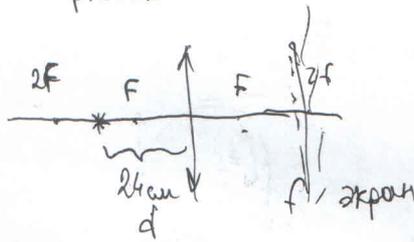
F

$$w = \frac{q B}{m}$$





Чертовик



$$\frac{1}{2f+x} + \frac{1}{f-x}$$

$$\frac{1}{32} + \frac{1}{52} = \frac{1}{24} + \frac{1}{f}$$

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d+L+x} + \frac{1}{f+x}$$

$$\frac{1}{d+L+x} + \frac{1}{f-x}$$

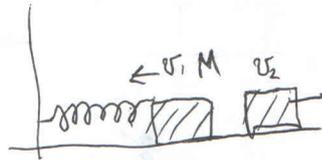
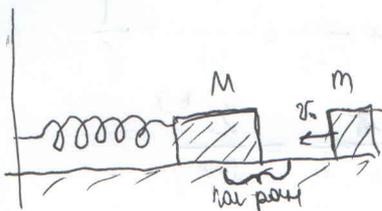
$$\frac{1}{d-L+x} + \frac{1}{f-x}$$

$$\frac{1}{28} + \frac{1}{f+2} = \frac{1}{24} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{5+30}{28(5+28)} = \frac{f+24}{24f}$$

$$24f^2 + 24 \cdot 30f = 28f^2 + 28 \cdot 28f + 24 \cdot 28f + 28 \cdot 24 \cdot 28$$

№1.3.



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$b = \frac{2}{3}b$$

$$v_{max} = A \cdot \omega$$

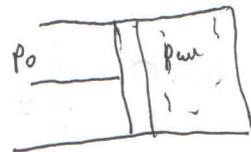
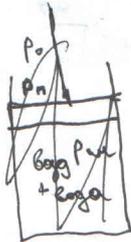
$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \frac{1}{6}T = \frac{\pi}{3}\omega$$

$$\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6}T$$

$$x = A \cdot \sin(\omega b)$$

$$s = v \cdot b \quad b = \frac{s}{v}$$

$$x = \frac{v_1}{\omega} \sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} A$$



$$100 \cdot 10^{-4} = 0,1$$

$$l = 100 \text{ см}$$