



0 774288 040002

77-42-88-04

(66.1)



15<sup>20</sup> - 15<sup>25</sup> Саша

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант N 3

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников ломоносов  
†  
по Физике

Шипиловой Татьяна Александровна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«21» февраля 2020 года

Подпись участника

66.1  
73  
Олимпиада с 73  
участник с 73  
90

Председателю апелляционной комиссии  
олимпиады школьников «Ломоносов»  
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова  
академику В.А. Садовничему  
от ученицы 11 класса “З” ГБОУ города Москвы  
“Курчатовской школы” Маршала Василевского ул., 9к1  
Шипиловой Полины Александровны

апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (73 балла) за мою работу заключительного этапа по физике, поскольку считаю, что поставленная оценка не соответствует моей работе. Насколько я могу судить, мои ответы совпадают с правильными по трём из четырёх задач, при этом мною были описаны ход решения и используемые физические законы. В задаче 3.3 я следовалациальному ходу решения: использовала закон электромагнитной индукции Фарадея, вычислила импульс силы, правильно определила условие неподвижности кольца в фильме. Но, по всей видимости, из-за арифметической ошибки мой ответ получился в 2 раза меньше правильного. В случае, если эта задача не была засчитана, мне хотелось бы получить объяснения, в чём именно заключается ошибка.

Видите ли, трудность заключается в том, что я не вижу баллов за каждую из задач в отдельности, поэтому апеллировать приходится вслепую. На теоретические вопросы я ответила как можно более подробно, единственная неточность может встретиться во второй части вопроса к задаче номер 3. Однако, самоиндукция является частным случаем электромагнитной индукции, которая была мной описана.

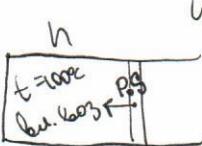
Надеюсь на Ваше участие.

2.03.2020  
Дата

(подпись)

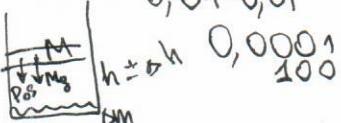


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Черновик

$T = \text{const}$



$$P_1 h S = \rho_1 R T$$

$$P_1 = \frac{\rho_1 R T}{h S}$$

~~$$\rho_1 = \frac{P_0 h S}{R T}$$~~

$$P_1(h - \Delta h)S = \rho_1 R T$$

$$P_2 S = M g + P_0 S$$

$$\rho_1 = \frac{m_0}{\mu} - \frac{\Delta m}{\mu} = \rho_0 - \frac{\Delta m}{\mu}$$

$$M = \frac{P_2 S - P_0 S}{g} = \frac{\left( \frac{P_0 h S}{R T} - \frac{\Delta m}{\mu} \right) R T}{(h - \Delta h) g} - \frac{P_0 S}{g}$$

~~$$\rho_0 = \frac{10^5 \cdot 0,35 \cdot 0,01}{8,31 \cdot 373} =$$~~

$$M = \frac{10^5 \cdot 0,35 \cdot 0,01 - 0,0001 \cdot 8,31 \cdot 373}{0,018} = 0,35 \cdot 10^3 -$$

$$1 + \frac{8 \cdot 1,8}{4 \cdot 3} \approx 1,4$$

$$\frac{m_0}{2} \approx 0,8 R \rho_0$$

$$\begin{array}{r} 350910 \\ 122 \\ \hline 3328 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ 110 \\ \hline 28 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3518 \\ 121 \\ \hline 23 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 343 \\ 35 \\ \hline 23 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7 \\ 153,28 \\ \hline 23 \end{array}$$

$$P_{\text{св}} + P_{\text{нн}} =$$

$$= \frac{P_{\text{св}} + p_0}{5}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 1119 \\ 2984 \\ \hline 30959 \end{array} \quad \begin{array}{r} 6 \\ 1119 \\ 129 \\ 126 \\ \hline 35 \\ 18 \\ \hline 179 \\ 162 \\ \hline 170 \\ 162 \\ \hline 80 \end{array}$$



M-? S, P<sub>0</sub>, M, g, R.

$$P_2 = \frac{\rho_1 R T}{(h - \Delta h) S} = \frac{(P_0 - \frac{\Delta m}{\mu}) R T}{(h - \Delta h) S} = \left( \frac{P_0 h S}{R T} - \frac{\Delta m}{\mu} \right) R T / (h - \Delta h) S$$

Но дальше

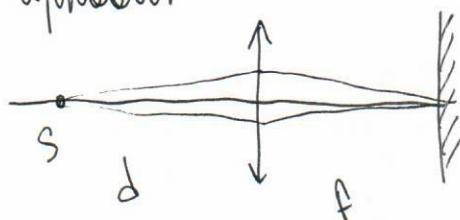
$$P_0 = P_{\text{св}} + P_{\text{нн}}$$

если

$$S = 0,8 R \rho_0$$

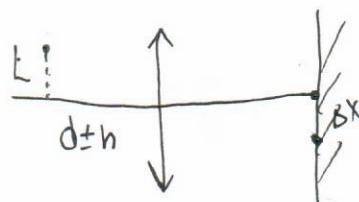


Чертёжник



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

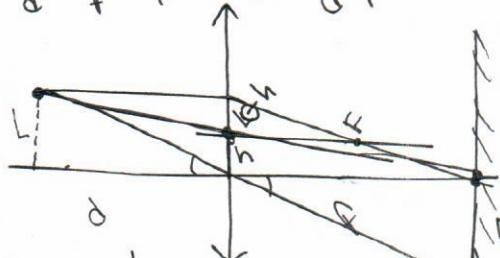
$$f = \frac{dF}{d-F}$$



$$d-h$$

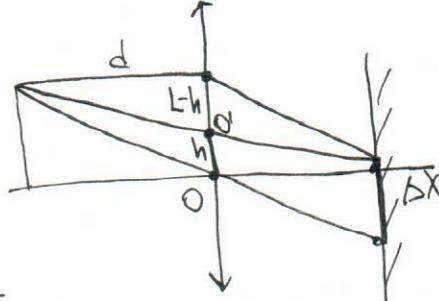
$$\frac{\Delta x}{L} = \frac{F}{d-F}$$

$$\Delta x = \frac{FL}{d-F}$$



$$\frac{h}{\Delta x} = \frac{d}{d+f}$$

$$\frac{h(d-F)}{FL} = \frac{d}{d+\frac{dF}{d-F}}$$



$$\frac{3}{2} \times \frac{24}{8} = \frac{192}{192}$$

~~$$\frac{h(d-F)}{FL} = \frac{d(d-F)}{d(d-F)+dF}$$~~

~~$$\frac{h}{FL} = \frac{d}{d^2 - dF + dF}$$~~

~~$$\frac{h}{PL} = \frac{1}{d^2}$$~~

~~$$F = \frac{hd^2}{L} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 24}{8} = 24.8 = 192$$~~

~~$$\frac{h}{FL} = \frac{d}{d^2 - dF + dF}$$~~

$$\frac{h}{1} = \frac{FL}{d} \quad F = \frac{hd}{L} = \frac{2 \cdot 24^4}{8} = 8 \text{ см.}$$

$$\frac{1}{2u} + \frac{1}{f} = \frac{1}{8}$$

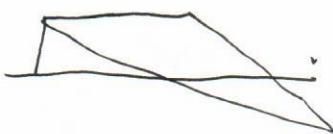
$$f = \frac{2^3 \cdot 8}{16} = 12.$$

$$\Delta x = \frac{8 \cdot 8}{16} = 2$$

$$f = \frac{2^3 \cdot 8^4}{16} = 12$$

$$\frac{3}{2} = \frac{36^3}{24^4}$$

$$36$$



Числовик.1.1.3. Вопрос:

Потенциальная энергия определяется через работу консервативных сил, т.е. сил, работы которых не зависят от траектории.

$$A_{\text{конс}} = W_1 - W_2 ? \quad (W - \text{пот. энрги})$$

Быстро поверни. Задача:  $W = mgh$  - работа консервативной силы тяжести по перемещению тела с начальной высоты на  $h$ .

$$\text{Энергия др. природы: } W = \frac{kx^2}{2}, \quad x - \text{удлинение} \\ \text{или сжатие}$$

2.4.3. Вопрос:

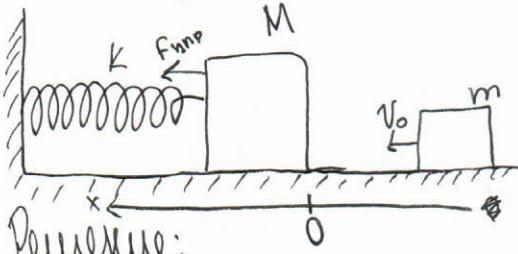
Температура кинетич. тепл., при которой происходит полное паробразование, т.е. переход из жидкого состояния в газообразное. Кинетическое движение в таком случае, когда давление внутри пузырька будет не меняться наружного (атмосферного). Тогда кинетика пары зависит от увеличения высоты, т.е. с уменьшением давления, и увеличивается при уменьшении давления. Задача, Ткин.  $\approx$  Рамм.

3.7.3 Вопрос

Индуктивность контура - это коэффициент пропорциональности между изменением магнитного потока через контур и возникшим индуктивным током в нем. Т.е. он показывает способность превращать изменения потока контуром.  $\Phi = LI$ ,  $L$  - индуктивность токоведущих в Гн (в СИ)  $[L] = [\Gamma_n]$  № 7

ДЛС самоиндукции - это скорость изменения магнитного потока:  $I_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ . Минус, т.к. возникает в противоположном направлении движении, препятствуя ему.

1.1.3. задача



Решение:

ЗСМ на  $Ox$  ~~сразу~~ до и после соударения:

$$mV_0 = -mU + MV, \text{ где } U - \text{ скорость отскока}$$

2

$$\text{дано: } T = \frac{2}{3}T$$

$$\text{Найти: } n = \frac{M}{m} - ?$$

Числовик

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

$$n = \frac{M}{m} - ?$$

1 закон Ньютона для  $M$ :

$$\text{на } Ox: F_{\text{упр}} = Ma \rightarrow Kx = -M\ddot{x}$$

$$\ddot{x} + \frac{K}{M}x = 0 - \text{ур. гармонич. колебаний, } \omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

$$x(t) = A \cos(\omega t + \delta)$$

$$\text{из начальных условий: } x(0) = 0 \quad x(0) = A \cos \delta = 0$$

$$\dot{x}(t) = A \omega \sin \omega t, \quad \dot{x}(0) = V \quad \delta = \frac{\pi}{2}$$

$$\dot{x}(0) = V = -A \omega \quad A = -\frac{V}{\omega}$$

из условия:  $x(\tau) = -U \tau \leftarrow \text{брзок с } M \text{ догнал брзок с } m.$ 

$$\text{ур. колебаний: } x(t) = \frac{V}{\omega} \sin \omega t$$

$$\frac{V}{\omega} \sin \omega t = -U \tau \rightarrow U = -\frac{V \sin \omega t}{\omega \tau}$$

$$\text{Период колебаний: } T = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow \tau = \frac{4\pi}{3\omega} \rightarrow U = -\frac{V \cdot \sin \frac{4\pi}{3}}{\omega \frac{4\pi}{3}} = \frac{\sqrt{3}V\sqrt{3}}{2 \cdot 4\pi}$$

$$\sin \frac{4\pi}{3} = -\sin \frac{\pi}{3} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$mV_0 = V \left( M - \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} m \right) \rightarrow \boxed{V = \frac{mV_0}{M - \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} m}}$$

$$U = \frac{3\sqrt{3}V}{8\pi} \leftarrow \text{подставим в ЗСМ.}$$

$$\text{ЗСМ: } \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{MV^2}{2} \rightarrow \cancel{V^2} = \cancel{m(V_0^2 + u^2)}$$

$$mV_0^2 = m \cdot \frac{27V^2}{64\pi^2} + MV^2 \rightarrow \boxed{V^2 = \frac{mV_0^2}{\frac{27m}{64\pi^2} + M}}$$

проверка

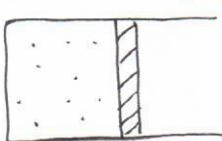
$$\frac{m \cancel{V^2}}{(M - \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} m)^2} = \frac{\cancel{M} \cancel{V^2}}{\frac{27m}{64\pi^2} + M} \rightarrow \frac{27m^2}{64\pi^2} + Mm = M^2 - \frac{3\sqrt{3}mM}{4\pi} + \frac{27m^2}{64\pi^2}$$

$$M = M - \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} m \rightarrow \frac{M}{m} = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi}$$

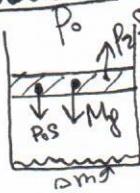
$$m \left( 1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \right) = M$$

$$\text{Ответ: } n = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \approx 1,4 \quad \oplus$$

24. 3. Загара. Чистовик



$$\xrightarrow{T=\text{const}}$$



Dato:  $t = 100^\circ\text{C}$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$\Delta h = 5 \text{ cm}$$

$$\Delta m = 0, 1 \pm$$

$$S = 100 \text{ cm}^2$$

$$\mu = 18^2 \text{ mN}$$

"Pissouri:

$$T = 273K + t = 373K$$

Ур. Мензееба-Куанырова опт. Марылбеков

$$\text{Häufungswert: } p_1 V_0 = P_0 R T, \quad p_1 = p_0, \quad V_0 = h S$$

$$P_0 h S = \bar{v}_0 R T \rightarrow \bar{v}_0 = \frac{P_0 h S}{R T}$$

Dr. Mengelkoch-Kunnebeck B. Konze:  $P_{\text{OH}_2} = v_{\text{OH}} k \rightarrow$

$$P_2 V_2 = \bar{V}_2 RT, \quad V_2 = (h - \Delta h)S, \quad \bar{V}_2 = \bar{V}_0 - \frac{\Delta m}{\mu}$$

¶ 3. Маромона юл норумы:  $P_x: P_0 S + Mg - P_2 S = 0$

$$P_2E = P_0S - \cancel{P_0S}$$

$$P_2 = \frac{V_2 RT}{V_2} = \frac{(P_0 - \frac{\Delta m}{M}) RT}{(h - \Delta h) S} = \frac{P_0 h S - \frac{\Delta m R T}{M}}{(h - \Delta h) S}$$

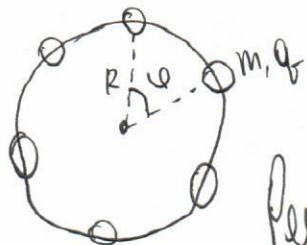
$$M = \frac{P_0 h S - \frac{\Delta m R T}{\mu}}{(h - \Delta h) g} - P_0 \frac{S}{g}$$

$$M = \frac{10^5 \cdot 35 \cdot 10^{-2} \cdot 100 \cdot 10^{-4} - 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 373}{(35-5) \cdot 10^{-2} \cdot 10} - 10^5 \cdot \frac{100 \cdot 10^{-4}}{10} =$$

$$= \frac{35 \cdot 10 - \frac{373,83}{18} \cdot 10^{-2}}{3} - 100 = \frac{350 - 1719,9 \cdot 10^{-2}}{3} - 100 =$$

$$\approx \frac{350 - 17,2}{3} - 100 \approx 110,93 - 110 \approx 11 \text{ km}$$

$$\underline{\text{Problem:}} \quad M = \frac{p_0 h S - \frac{\Delta m R T}{\mu}}{(h - \alpha h) g} - p_0 \frac{S}{g} \simeq 11 \text{ km}$$

3.7.3. Задача

Числовик

Дано:  $m = 10 \text{ м}, q = 10^{-7} \text{ Кл}$ 

$B_0 = 100 \text{ Тл}$

$n = 8 \frac{\text{какс}}{\text{с}}$

Найти:  $N_{\min}?$ 

Решение: т.к. при съёмке катушка  
касается проводников, то за каждый  
квадратик проходит ток  $I$  -  
тот же самый ток, что и в катушке.

$\Phi = \frac{2\pi}{N} \cdot l$ .  $l$  - время между катушками.  ~~$l = \frac{1}{8} \text{ с}$~~

$\omega = \frac{\Phi}{At}$  - линейная скорость катушки.

$\omega = \frac{l}{T} = \frac{2\pi \cdot 8}{N} = \frac{16\pi}{N}$

При движении катушки в ~~внешнем~~ магнитном поле возникает ЭДС индукции, пропорциональной изменению магнитного поля.  $E_i = -\frac{d\Phi}{dT} = -\frac{d(BS)}{dT}$

~~здесь~~ изменение магнитного поля

на заряд действует сила Лоренца  $F_n = qvB_0 = q\omega RB_0$

Числел этой силы:  $F_n = \Delta P$ 

$B_0 = \frac{B_0 + B_0}{2} = B_0$

$\Rightarrow q\omega RB_0 = m\omega^2 R$

$qB_0 = m\omega \rightarrow qB_0 = m \cdot \frac{16\pi}{N}$

$F_n = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}$

$F_n = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = ma = m\omega^2 R$

за время  $T$  изменение магнитной индукции мало.

$N_{\min} = \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{10^{-7} \cdot 100} = 16 \cdot 3,14 \approx 49,6 = 50$

$$\text{Ответ: } N_{\min} = \frac{16\pi m}{qB_0} \cancel{X} 50$$

~~здесь  $m$  и  $q$  в кг-сек и кул-к~~

так  
уменьш  
в 1/4  
чтобы

в грав  
plus 8 от 2

в грав 4

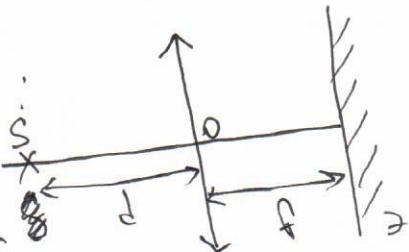
4. 10. 3. *Zygaea*

$$\text{Dano: } d = 24 \text{ cm}$$

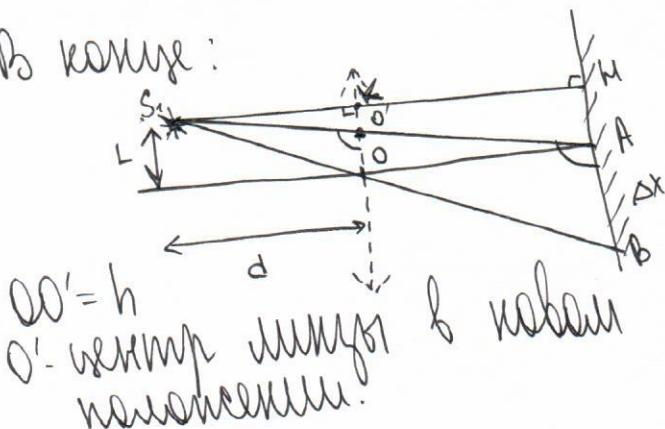
Pennelle:

B. Marcell

$$\Gamma = \frac{c}{d} = \frac{F}{d-F}$$



b. Konig:



$$AB = \Delta X$$

115 = > x  
т.к. расстояние от  
многа до центра и до  
изображения не одинак., то

$$\text{zurück: } \Gamma = \frac{\Delta X}{L}$$

~~S<sub>1</sub>-O<sub>2</sub> and S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub> both have S<sub>1</sub> as a substituent~~

S<sub>1</sub>K - bromine gas > S<sub>1</sub>O<sub>2</sub>O, S<sub>1</sub>M - bromine  $\Delta$  S<sub>1</sub>AB

$$\text{normally } \frac{S_1 K}{S_1 M} = \frac{O' O}{A B} \text{ with } \frac{d}{d+f} = \frac{h}{\Delta x}$$

$$\frac{d(d-F)}{d(d-F) + dF} = \frac{h}{FL} \rightarrow \frac{d-F}{d} = \frac{h(d-F)}{FL}$$

$$F = \frac{hd}{L}$$

$$F = \frac{2 \cdot 2\pi^4}{8} = 8 \text{ cm}$$

Umkehr:  $F = \frac{hd}{L} = 8\text{cm}$

Yuenobuk

$L = 6 \text{ cm}$ ,  $h = 2 \text{ cm}$  Maxima: F-!

но формиро-  
ванный ими:

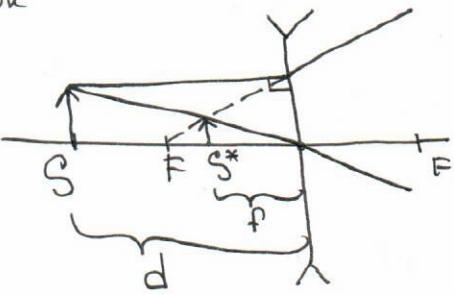
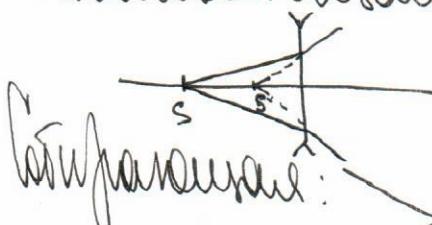
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

Чтобы перевести  
изображение на  
но вертикаль  
линейко  
составим так же  
но вертикаль. т.к.  
то, что делали  
чтобы ее отразили  
нужно же сделать  
Г move.

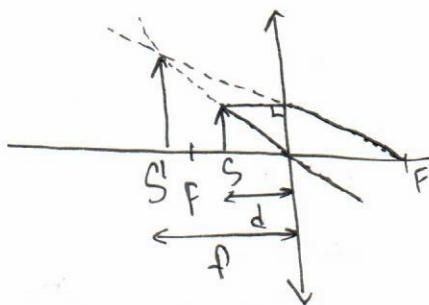
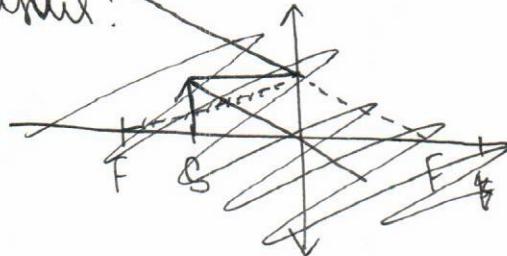
4.10.3 Вопрос

Чистовик

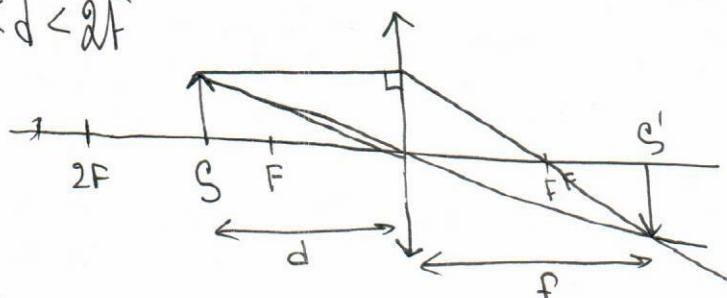
Рассеивающая линза:



$$1) d < F$$



$$2) F < d < 2F$$



$$3) \cancel{d = 2F}$$

