



72-88-19-77
(65.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Бабкина Петра Константиновича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*Выход 16.36 физика
возврат 16.39 физика
нет листа участника*

М.В. Ломоносов

В.С.

(Signature)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

(Signature)

В апелляционной
отказано
ВОНУ

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

Бабкин Пётр Константинович

11

(фамилия, имя, отчество, класс)

Вариант 2

АПЕЛЛЯЦИЯ на результат Олимпиады

Прошу пересмотреть выставленный мне технический балл за мою работу заключительного этапа по физике, с 88 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):

~~вопрос третьей задачи, я два раза ~~ошибочно~~ указывал магнитный поток магнитным полем, я ошибаю, что считать за это балл в обоих вопросах~~
за это мне снизили балл в обоих вопросах, я ~~ошибаю, что два раза считал балл за одну и ту же ошибку~~

«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».

72-88-19-77

(65.3)

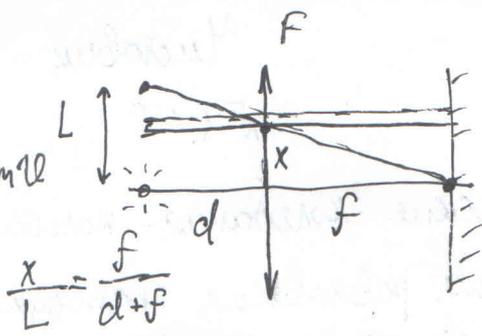
Черновик

$hm = M$

$m\ell_0 = M\mu - m\ell$

$$\begin{array}{r} 564 \ 157 \\ -471 \ 3,592 \\ \hline 930 \\ 785 \\ -1450 \\ \hline -1413 \\ 370 \\ \hline 824 \ 157 \end{array}$$

$\frac{m\ell_0^2}{2} + M$



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

$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{cm}}{m\omega^2}}$

$T = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{m}{k}}$

$x = A \sin(\omega t)$

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

$A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}\right)$

$A \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \nu \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{\omega}$

$A\omega = 4$
 $\begin{array}{r} 314 \\ \times 5 \\ \hline 1570 \end{array}$

$\frac{4}{\omega} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \nu \cdot \frac{5\pi}{4} \cdot \frac{1}{\omega}$

$\omega\sqrt{2} = \nu \cdot \frac{\pi}{2}$

$\omega\sqrt{2} \cdot 2 = \nu \cdot \pi$

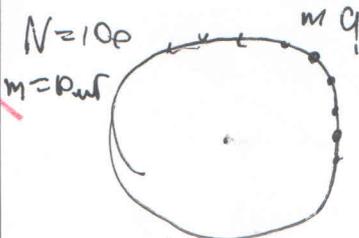
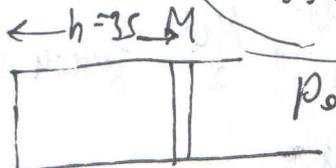
6
 $\times 180$
 $\hline 51440$
 $\times 180$
 $\hline 1260$

$\times 8,3$
 $\begin{array}{r} 22 \\ 5373 \\ \times 83 \\ \hline 1119 \\ 2984 \\ \hline 30959 \end{array} \left| \begin{array}{l} 180 \\ \hline 17,2 \end{array} \right.$
 $\begin{array}{r} 180 \\ -180 \\ \hline 1295 \\ -1260 \\ \hline 359 \end{array}$

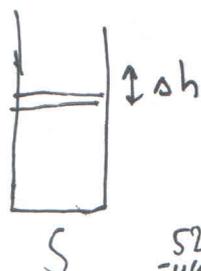
$M = 10 \text{ кг}$

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

$m = 0,1 \text{ г}$



$q = 10^{-7} \text{ Кл}$
 $n = 8$



$p_0 = \frac{\partial n RT}{S \cdot h} + \frac{\partial_0 RT}{S \cdot h}$

$p_0 + \frac{Mg}{S} = \frac{(\partial n - \partial_0) RT}{S(h - \Delta h)} + \frac{\partial_0 RT}{S(h - \Delta h)}$

$\begin{array}{r} 52,2111 \\ -44 \\ \hline 827 \\ -77 \\ \hline 50 \end{array}$

$2\pi r E = \frac{dBS}{dt}$

$F = Eq$

$2\pi r \cdot \frac{F}{q} \cdot dt = dBS$

$2\pi r \cdot \rho p = qB_0 S$

$m\ell \cdot 2\pi r = qB_0 S$

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

$\frac{q\ell}{r} T = \frac{2\pi}{N}$

$\frac{qB_0 S}{2\pi r \cdot m} T = \frac{2\pi}{N}$

$\begin{array}{r} 180 \\ 514 \\ \hline 32 \\ \hline 628 \\ \hline 942 \\ \hline 10048 \end{array}$

Числовик

№ 1.1.2

- гармонические колебания - колебания, в которых отклонение от положения равновесия пропорционально тригонометрической функции (\sin или \cos) от времени, умноженную на коэффициент ω
общее уравнение: $x(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$ +
- амплитуда - максимальное отклонение от положения равновесия при колебаниях (A в формуле) +
- фаза - аргумент тригонометрической функции в формуле, $(\omega t + \varphi_0$ в формуле), описывает положение в момент времени

105



$n = \frac{M}{m}$
 $t = \frac{5}{8} T$, где T - период

① $m v_0 = M u - m v$, где u - скорость бруска M сразу после удара, а v - скорость бруска m сразу после удара. Закон сохранения импульса

M сразу после удара, а v - скорость бруска m сразу после удара. Закон сохранения импульса

② $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{M u^2}{2}$ - закон сохр. энергии (т.к. удар упругий)

$m(v_0^2 - v^2) = M u^2$

$m(v_0 - v)(v_0 + v) = M u^2$

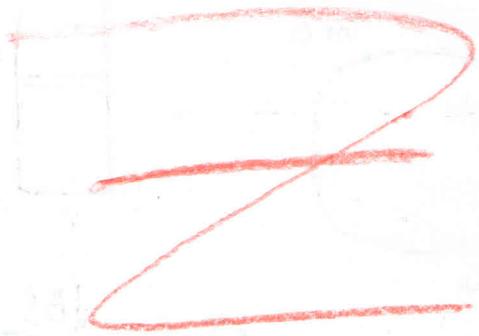
из ①: $m(v_0 + v) = M u$

$m(v_0 - v) \cdot \frac{M u}{m} = M u^2$

$(v_0 - v) = u$ → ①

~~$m v_0 = M(u + v) - m v$~~ $m(u + v) = M u - m v$

$m u + 2 m v = M u$ * *



$x(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$ - отклонение от положения равновесия
 $x(0) = 0$, т.к. в начальный момент колеблющийся M в ~~положении~~ ^{положении} равновесия находится

$$0 = A \cdot \sin(\varphi_0)$$

$\sin(\varphi_0) = 0$, след. $\varphi_0 = 0$ (т.к. $0 \leq \varphi_0 < 2\pi$), т.к. тело начинает колебаться ^{вокруг} ~~по~~ оси, то есть $\varphi_0 \neq \pi$, ~~и т.д.~~

$$\dot{x}(t) = A \omega \cos(\omega t) - \text{скорость тела } M$$

$$\dot{x}(0) = u \text{ (скорость в начальный момент колебаний)}$$

$$u = A \omega$$

пусть $x(t)$ - отклонение от полож. равновесия, тогда $F = -kx$ - сила, действ. на тело по закону Гука

$$F = \ddot{x}(t) = -\frac{kx(t)}{m} \text{ (по 2-му закону Ньютона)}$$

$$\ddot{x}(t) \cdot m + kx(t) = 0$$

$$\ddot{x}(t) + \left(\frac{k}{m}\right)x(t) = 0 - \text{уравнение колебаний}$$

$$\text{след. } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} - \text{частота колебаний}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} - \text{период колебаний}$$

$$t = \frac{5}{4}\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

• через время t координаты ^{сп} ~~уравняются~~, след. . .

$$A \cdot \sin\left(\omega \cdot \frac{5}{4}\pi \sqrt{\frac{m}{k}}\right) = -u \cdot \frac{5}{4}\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \left(t = \frac{5}{8}T, \text{ время, через которое брусок } M \text{ соприкасается с бруском } m\right)$$

$$\left(\frac{A}{u}\right) \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{5}{4}\pi\right) = -\frac{5}{4}\pi \frac{1}{\omega}$$

$\frac{A}{u} (\text{из } *)$

$$\frac{u}{\omega} \cdot \sin\left(\frac{5}{4}\pi\right) = -u \cdot \frac{5}{4}\pi \cdot \frac{1}{\omega}$$

$$u \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = -u \cdot \frac{5}{4}\pi$$

$$u \cdot 2\sqrt{2} = u \cdot 5\pi$$

подставив в **

$$m \cdot \frac{5\pi x^2}{2\sqrt{2}} + 2mx^2 = M \cdot \frac{5\pi x^2}{2\sqrt{2}} \quad | : m > 0$$

$$\frac{5\pi}{2\sqrt{2}} + 2 = \frac{M}{m} \cdot \frac{5\pi}{2\sqrt{2}}$$

$$\frac{5\pi + 4\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{5\pi} = n$$

$$n = \frac{5\pi + 4\sqrt{2}}{5\pi}$$

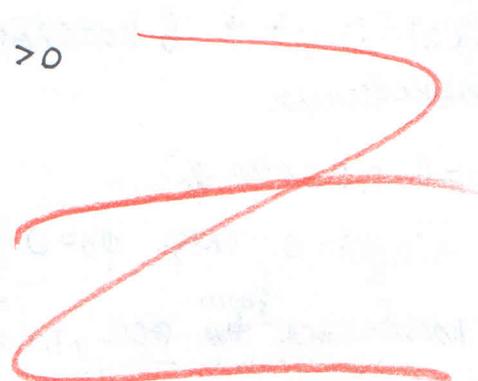
ответ

№ 2.4.2

$$n = \frac{5 \cdot 3,14 + 4 \cdot 1,41}{5 \cdot 3,14} = 1 + \frac{4 \cdot 1,41}{5 \cdot 3,14} = 1,36$$

1,36

ответ

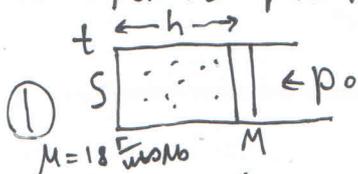


15

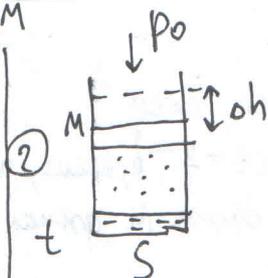
- парообразование может быть обычным (испарение жидкости), также бывает процесс перехода из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое (возгонка), к нему способны не все вещества (CO₂ - сухой лед, хороший пример - сухой лед)
- удельная теплота парообразования - количество теплоты затрачиваемое на испарение единицы массы жидкости при T кипения

15

45



- ① $M = 18 \text{ кг}$
- $t = 100^\circ\text{C}$
- $h = 35 \text{ см}$
- $\Delta m = 0,1 \text{ г}$
- $S = 100 \text{ см}^2$
- $p_0 = 10^5 \text{ Па}$
- $M = 10 \text{ кг}$
- $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
- $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$



- ② ν_n - кол-во вес-ва пара
- ν_B - кол-во вес-ва воздуха (атмосферному)

$$\textcircled{1} p_0 S h = RT (\nu_n + \nu_B)$$

$\Delta \nu$ - кол-во вес-ва конденсированной воды

• объем образовавшейся воды мал по сравнению с объемом воздуха

- ① $p_0 = \frac{\nu_n RT}{S \cdot h} + \frac{\nu_B RT}{S h}$
- ② $p_0 + \frac{Mg}{S} = \frac{(\nu_n - \Delta \nu) RT}{S(h - \Delta h)} + \frac{\nu_B RT}{S(h - \Delta h)}$
- ③ $\frac{(\nu_n - \Delta \nu) RT}{S(h - \Delta h)} = p_0$ (давление насыщенного пара при 100°C равно атмосферному)

72-88-19-77
(65.3)

~~② $p_0 S(h-\Delta h) + Mg(h-\Delta h) = RT(\nu_n - \Delta \nu)$~~

③ $\frac{p_0 S(h-\Delta h)}{RT} = \nu_n - \Delta \nu$

$\nu_n = \frac{p_0 S(h-\Delta h)}{RT} + \frac{\Delta m}{\mu}$

① $p_0 S h = RT \left(\frac{p_0 S(h-\Delta h)}{RT} + \frac{\Delta m}{\mu} + \nu_B \right)$

$\nu_B = \frac{p_0 S h}{RT} - \frac{p_0 S h}{RT} + \frac{p_0 S \Delta h}{RT} - \frac{\Delta m}{\mu}$

$\nu_B = \frac{p_0 S \Delta h}{RT} - \frac{\Delta m}{\mu}$

② $\frac{Mg}{\rho_0 S} = p_0 + \frac{RT}{S(h-\Delta h)} \cdot \left(\frac{p_0 S \Delta h}{RT} - \frac{\Delta m}{\mu} \right)$

$Mg = \frac{RT}{(h-\Delta h)} \cdot \frac{p_0 S \Delta h}{RT} - \frac{RT}{(h-\Delta h)} \cdot \frac{\Delta m}{\mu} \quad | \cdot (h-\Delta h)$

$Mg(h-\Delta h) = p_0 S \Delta h - RT \frac{\Delta m}{\mu}$

$Mg \cdot h + RT \frac{\Delta m}{\mu} = \Delta h (p_0 S + Mg)$

$\Delta h = \frac{Mgh + RT \frac{\Delta m}{\mu}}{p_0 S + Mg}$

ответ

$\Delta h = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,35 + 8,31 \cdot (100 + 273) \cdot \frac{0,1}{18}}{10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4} + 10 \cdot 10 \cdot 1000} = \frac{35 + 8,3 \cdot 373 \cdot \frac{1}{180}}{1000 + 100}$

17,2
(расчитан на термометр)

$\Delta h = \frac{35 + 17,2}{1100} \approx 0,0474 \text{ м}$

$\Delta h = 4,7 \text{ см}$

ответ ; истрень шестится вниз ($\Delta h > 0$)

потока

№ 3.7.2

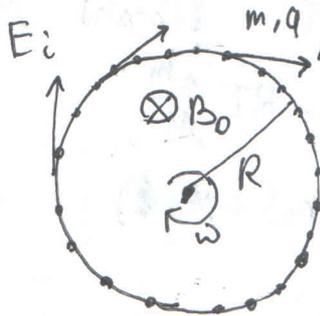
• закон электро-магнитной индукции: при изменении магнитного поля возникает вихревое электрическое поле (силовые линии замкнуты), при этом ЭДС этого поля равно скорости изменения магнитного потока.

$$\mathcal{E} = -\dot{\Phi}!$$

магнитного потока

• правило Ленца - при изменении внешнего магнитного поля, возникает ток, чтобы магнитное поле, создаваемое этим током препятствовало изменению внешнего поля (если внешнее поле убывает, то создаваемое током поле направлено в сторону внешнего поля; если внешнее поле возрастает, то создаваемое током поле направлено против внешнего).

$N=100$
 $m=10 \text{ мт}$
 $q=10^{-7} \text{ Кл}$
 $n=8 \frac{\text{кадров}}{\text{с}}$



сам
 • я выбрал такое направление B_0 (от него решение не меняется, меняется только направление скорости и тока)

$B_{\text{вн}}$ - ?
 минимальное в фильме полностью неподвижно

$\mathcal{E} = \frac{dB \cdot S}{dt}$ - закон Ф-магн. индукции, S - площадь кольца

$\mathcal{E} = 2\pi R \cdot E$ (ЭДС вихревого поля)

$2\pi R \cdot E_i = \frac{dB \cdot S}{dt}$, где E_i - напряженность вихревого поля в произвольной

$F_i = E_i \cdot q$ момент

$2\pi R \cdot \frac{F_i}{q} \cdot dt = dB \cdot S$

$F_i \cdot dt$ - изменение импульса азим. движения за время dt

$2\pi R \cdot \Delta p = \Delta B \cdot S \cdot q$ ~~проинтегрировав~~ проинтегрировав изменения Δp и ΔB по кругу

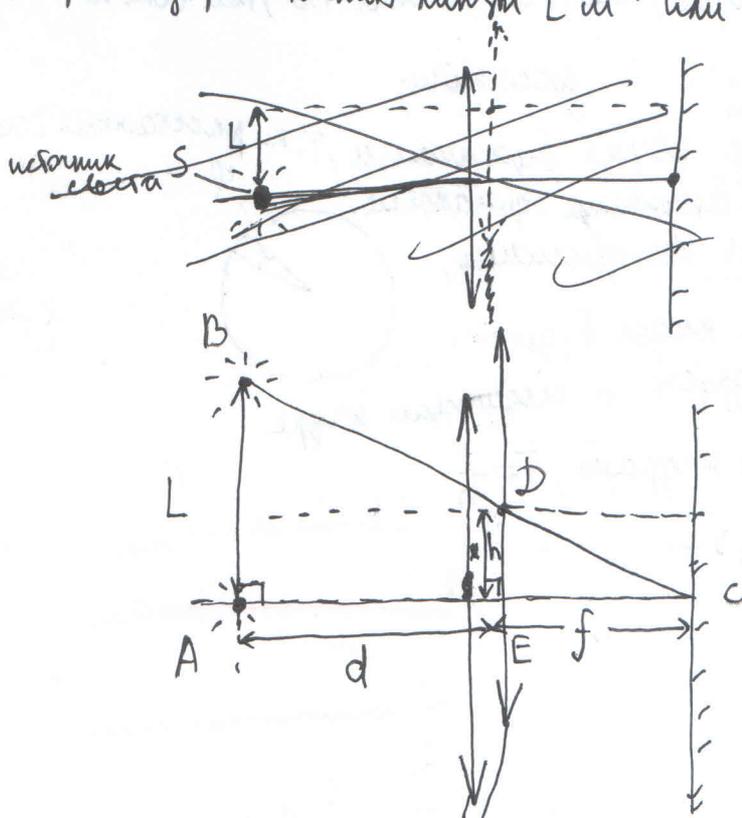
$p = \frac{B_0 S q}{2\pi R}$ - импульс азим. движения

6

№ 4.10.2

- Тонкие линзы - линзы, толщиной которых можно пренебречь, ~~в сравнении~~ так же их размер много меньше радиусов кривизны её поверхностей, в следствии этого можно пренебречь сферическими aberrациями
- фокусное расстояние - расстояние между линзой и точкой, ~~куда~~ куда сходятся параллельный пучок лучей, падающих на линзу. [м]
- оптическая сила - величина, ~~равная~~ равная отношению единицы к фокусному расстоянию линзы [м⁻¹ или дптр]

⊕
fco!



• я решил исходя из того, что линзу перемещают в вертикальной плоскости.

На самом деле между формул похожими по конфигурации расстояние нет, на рисунке это есть для наглядности

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ (формула тонкой линзы)

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

• точка C - точка, в которой находится изображение в обоих случаях. (*)

$\triangle CDE \sim \triangle CAB$ (т.к. $\sphericalangle BCA$ - общий, а $\sphericalangle DEC = \sphericalangle BAC = 90^\circ$)

след. $\frac{f}{d+f} = \frac{h}{L}$

$$h_{\%} = \frac{f}{d+f} \cdot L = \frac{Fd}{(d-F)(d+\frac{Fd}{d-F})} \cdot L$$

$$h = \frac{Fd}{d^2 - dF + dF} \cdot L = \frac{Fd}{d^2} \cdot L$$

$$\boxed{h = \frac{FL}{d}}$$

ответ

$$h = \frac{15 \cdot 8}{30} = \boxed{4 \text{ см}}$$

ответ

⊛* меряет, ~~от~~^{центр} и изображение лиса на
 экран при в обоих случаях, след. D, B, C лиса на
 одной прямой. ↑ т.к. в от. центре луч не преломляется.