



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

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Зворыкина Анжела Александровна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«20» февраля 2020 года

Подпись участника
[Подпись]

В апелляцию
отказать
[Signature]

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

от участника олимпиады по физике
Зворыкин Андрей
Александрович 10
(фамилия, имя, отчество, класс)

Вариант 1

АПЕЛЛЯЦИЯ
на результат Олимпиады

Прошу пересмотреть выставленный мне технический балл за мою работу заключительного этапа по физике, с 79 на 83 по следующей причине (необходимо указать номер задачи; выставленный за нее балл; основание для пересмотра баллов; балл, который должен быть выставлен по мнению участника):

№1 (теория) - 6 баллов - прошу повысить до 8, т.к.
данное определение присутствует в чех. учебниках по физике,
а также имеет в скобках замечание по поводу записи,
приводя за пояснение

№2 (теория) - 8 баллов - данное определение ЭДС индукции
дано правильно, прошу повысить до 10.

« 5 » марта 2020 г. [Signature]
(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».

99-26-07-08
(04.20)

Зистовик

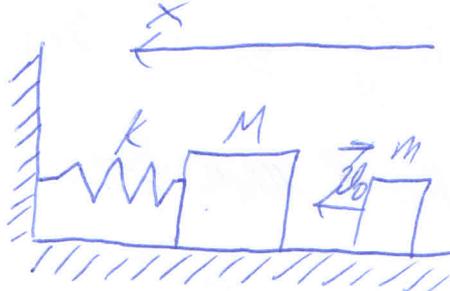
N1.1.1

задача)

Дано:
 $\omega_0 = \frac{1}{12} T$

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

Решение:



Тереть в бл.

3 с. проработать
В аннотации отказать

1) Т.к. система замкнута (нет сил трения) 3-ем з-н сохран. импульса на ось OX:
 $Mv_0 = Mv_1 - mv_2$, где v_1 и v_2 — скорости M и m соот. после удара

Разд на m:
 $v_0 = v_1 - v_2 \Rightarrow Mv_1 = v_0 + v_2$ (1)

2) Запишем з-н сохран. энергии для удара:

$\frac{Mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$ Разд на m

$v_0^2 = nv_1^2 + v_2^2 \Rightarrow nv_1^2 = v_0^2 - v_2^2$ (2)

Разд (2) на (1), решив разность квадратов:

$v_1 = v_0 - v_2$ (3)

Подст. в формулу (1):
 $Mv_0 - Mv_2 = v_0 + v_2 \Rightarrow v_2 = v_0 \frac{n-1}{n+1}$ (*)

Подст. в (3):
 $v_1 = \frac{2v_0}{n+1}$ (**)

3) Рассмотрим левый брусок (массой M). Связан он на x уравно:

Из II з-на Ньютона (на ось X):
 $M\ddot{x} = -kx \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M}x = 0$ — Ур-ие, имеет форму колебаний
 $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$ — и-е колебаний: $x = A \sin(\omega_0 t)$

1	3	13	6
2	15	9	
3	3	8	
4	15	10	

Система

W

49

4) ~~Пусть~~ Пусть в нач. мом. время (в мом. удара), $x=0$, (дир. м.т.). Найдём амплитудные значения A и ω функции $M \cos \omega t$:

$$\frac{M \omega^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow A = v_1 \sqrt{\frac{M}{k}}$$

заставки

5) Т.к. в нач. время $t = \frac{7}{12} T$ функции встретятся,

то

$$x_1 = x_2, \text{ где } x_1 = v_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{7}{12} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}\right) - \text{полюс функции } M$$

$$x_2 = -v_2 \cdot \frac{7}{12} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} - \text{полюс функции } m.$$

Тогда

$$v_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin \frac{7\pi}{6} = -v_2 \cdot \frac{7\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$$

Тогда v_1 и v_2 из (*) и (**):

$$\sin \left(\frac{n-1}{\pi} \right) \sin \frac{7\pi}{6} = -\frac{2\pi}{\pi} \cdot \frac{7\pi}{6}$$

Случ: $\sin \frac{n-1}{\pi} = -\frac{1}{2}$.

$$n-1 = 4 \cdot \frac{7\pi}{6}$$

$$n = \frac{14}{3}\pi + 1$$

Ответ: $\frac{14}{3}\pi + 1$.

Ошибка в подсчётах!
 $v_1 \leftarrow v_2$

Вопрос) Импульсом мат. точки назив. вект. физ. величина $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ произвед. массы m т. на вектор её скорости. Импульсом системы мат. точек явл. произвед. суммы масс m_i т. вход. в систему на вектор скорости центра масс этой системы. Закон сохранения импульса: в замкнутой системе м.т. (на кот. не действ. внешние силы) векторная сумма импульсов м.т. ост. неизменной стел. времени.

$$\sum m_i \vec{v}_i = \text{const}$$

⊕
⊖
это не явл. си импульс

противоречие ⊕

99-26-07-08
(64.20)

тастових

√2.4.1

Задача

Дано:

$T = 373 \text{ K. } (t = 100^\circ \text{C})$

$h = 0,35 \text{ м}$

$\Delta h = 0,05 \text{ м}$

$M = 10 \text{ кг}$

$S = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

$p_0 = 10^5 \text{ Па}$

$\rho_{\text{вода}} = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$\Delta m = ?$

Решение:

1) Рассмотрим вертикальное пласк. поршня, сосуда.



Поршень находится в равновесии \Rightarrow III закон Ньютона.

$F_{g1} = F_0 + Mg$

$p_1 S = p_0 S + Mg$

Давл на S:

$p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S} \quad (1)$

свр. стороны

$p_1 = p_{v1} + p_{n1}$, т.к. в сосуде наход. воздух и пар. то уел в сосуде

часть пара сконденсировалась. Это возможно, если пар стал насыщенным. Для $T = 373 \text{ K}$, $p_{\text{нп}} = p_0 \Rightarrow$

$p_1 = p_{v1} + p_0 \quad (2)$

Уравн (1) и (2): $p_0 + \frac{Mg}{S} = p_0 + p_{v1} \Rightarrow$

$p_{v1} = \frac{Mg}{S} \quad (*)$

2) Найдем массу водяного пара для верт. сосуда; Z_p -ие Клапейрона-Менделеева:

$pV = \nu RT$ Выразим $\nu = \frac{m}{M}$:

$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m_{H_2O} = \frac{pV M}{RT} \quad V = (h - \Delta h) S$

$m_{H_2O} = \frac{p p_0 (h - \Delta h) S M}{RT} \quad (*)$

3) Рассмотрим изотерм процесс для воздуха по 3-му Фойль-Мариотта:

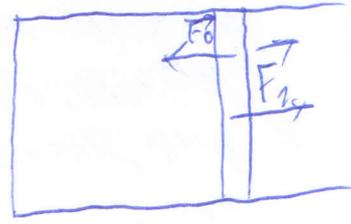
рег. д. с. м. т. i.

$P_{v1} V_1 = P_{v2} V_2$, где P_{v2} - давл воздуха в горизонт. располож. сосуде.

системах

$$P_{v1} \cdot (h - \Delta h) S = P_{v2} \cdot h \cdot S \Rightarrow P_{v2} = \frac{\rho g}{S} \frac{h - \Delta h}{h}$$

4) Рассм. горизонтальное положение сосуда:



Поршень в равновесии. Из 3-х нн Ньютоны:

$$P_0 S = P_2 \cdot S$$

с др стороны

Z

$P_2 = P_{v2} + P_{п2}$, т.е. за поршнем смесь воздуха и пара.

Трубка в равновесии

$$P_{v2} + P_{п2} = P_0 \Rightarrow P_{п2} = P_0 - \frac{\rho g}{S} \frac{h - \Delta h}{h}$$

5) Найдем массу пара для горизонт. располож. сосуда.

Аналогично (2):

$$m_{п2} = \frac{P_{п2} N \cdot V_2}{RT} = \frac{(P_0 - \frac{\rho g h (h - \Delta h)}{S}) N \cdot h \cdot S}{RT} = \frac{(P_0 h - \frac{\rho g}{S} (h - \Delta h) h) N \cdot S}{RT} (**)$$

6) $\Delta m = m_{п2} - m_{п1}$ (часть пара с конденс.)

$$\begin{aligned} \Delta m &= \frac{N \cdot S}{R \cdot T} \left(P_0 h - \frac{\rho g}{S} (h - \Delta h) h - P_0 (h - \Delta h) \right) = \\ &= \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^{-4}}{8,31 \cdot 373} \left(10^5 \cdot 0,35 - \frac{100}{100 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,3 \cdot 10^5 \cdot 0,3 \right) = \\ &= \frac{18}{8,31 \cdot 373} \cdot 10^{-5} (0,35 \cdot 10^5 - 0,33 \cdot 10^5) = \end{aligned}$$

$$= \frac{18 \cdot 0,02}{8,31 \cdot 373} = \frac{36}{309590} \text{ кг.}$$

ответ: $\frac{36}{309590}$ кг.

Z

Z

99-26-07-08

(64.20)

Система (парос) насыщенным называется пар, который при данной температуре находится в равновесии с жидкостью, с которой не испаряется). Для насыщенного пара изотерма совпадает с изобарой, т.е. при одной температуре давление пара и его плотность остаются постоянными. При изменении температуры давление пара и его плотность изменяются в ту же сторону, что и температура до достижения критической температуры.

15

какая характеристика? особенность давления. некоторые объясняют.

Задача

Дано:
 $F = 10 \text{ см}$
 $d = 25 \text{ см}$
 $h = 3 \text{ см}$
 С-?

Решение:

1) Действие F расст от линзы до изображения для сим-пелотенная линзы.
 f - на толщине линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{dF}{d+F} \text{ (1)}$$

2) При изменении линзы на h предметная

точечный источник света предмет, предмет, предмет, предмет. главной оптической оси линзы.

Тогда $d_{\text{пред}} = d$, $f_{\text{изображ}} = f$, высота изображения $h' = h$, т.к. объект по ул-но ос. в той же точке этраки. Но d не меняется увеличено:

$$\frac{h'}{H} = \frac{f}{d}, \text{ где } H - \text{высота предмета.}$$

$$\text{Тогда } \frac{h'}{H} = \frac{F}{d-F} \Rightarrow H = \frac{d-F}{F} h \text{ (2)}$$

3) Однако заметим, что предмет находится за двойным фокусом, тогда изображение мнжой перевернуто

тисовик.

(по св-ву подобия тонкой линзы) $\Rightarrow L = K + h$

$$L = \frac{d-F}{F} h + h = h \left(\frac{d-F+F}{F} \right) = \frac{dh}{F} = \frac{25 \cdot 3}{10} =$$

$$= 7,5 \text{ см.}$$

Ответ: 7,5 см.

вопрос) Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \text{ где } d - \text{расст. от предмета до линзы}$$

"+" для действ. предмета
 "-" для мнимого (возн в системе линз)

f - расст. от линзы до изображения, "+" для действ., "-" для мнимого

F - фокусное расст линзы, "+" для собирающей
 "-" для рассеивающей.

Величение, даваемое линзой (для предмета, расст. от линзы h , h' - высота изображения)

$$\Gamma = \frac{h'}{h} = \frac{f}{d}, \text{ где } h' - \text{высота изображения}$$

N 3.7.1.

вопрос) Магнитный поток - ^{скалярная} физическая величина = произведению вектора \vec{B} магнитной индукции, ^{скалярная} изходящей из ds -ок площади S и вектора \vec{n} нормали к этой площади. B СИ измер в веберх.

Явление электро-магнитной индукции - наведение ЭДС при изменении внешнего магнитного поля.

$\varphi - \text{ис!}$

Задача) Шток.

Дано:

$N=100$

$Q=10^{-7} \text{ Кл}$

$B_0=100 \text{ Тл}$

$m=10 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$

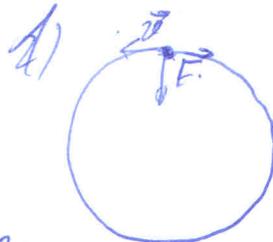
?

Решение:

1) По 3-му закону Фарадея

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{dB S}{dt} = \pi \frac{B S}{dt} (1)$$

($\mathcal{E} = B \cdot r$ или
интегрированием)



Под действием сил F рамки придет д.с.
по 3-му закону Фарадея.

$F = m a_{\text{ср}}$

$F = m \omega^2 R \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{F}{mR}}$

ср. скорость
возникает от $v = \omega r$

2) $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\sqrt{F}}{2\pi R} (*)$

$\omega = \frac{v}{r} = \frac{v}{R}$
 $m \cdot dv = q \mathcal{E} dt$

3) $d\Phi = dB \cdot S = BS$ (т.к. ток равномерно меняется)

с ср. скоростью $d\Phi = \mathcal{E} \cdot dt$ в у кольца = ρ

$BS = \frac{F \cdot R}{Q} \Rightarrow F = \frac{B \cdot \pi R^2 \cdot N q}{R} = \pi B R N q$

4) Подст в *:

$\omega = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi B R N q}{mR}} = \sqrt{\frac{B N q}{4\pi m}}$

$= \sqrt{\frac{100 \cdot 100 \cdot 10^{-7}}{4 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}} = 5 \sqrt{\frac{1}{\pi}}$

ответ: $5 \sqrt{\frac{1}{\pi}}$

терновик)

$$R$$

$$Q' = N \cdot q$$

$$M = N \cdot m$$

$$F_A = BIl$$

$$F_A = \frac{q B dl}{dt}$$

$\frac{M \cdot \omega \cdot C}{k}$

$$E = \frac{BS}{dt}$$

~~FFA~~ $d\varphi = BS$

$$\frac{1}{k} \frac{Q}{R} = \frac{BS}{dt}$$

$$B dl = \frac{m \omega^2}{R}$$

$$\frac{BS}{dt} = \frac{F \cdot R}{q}$$

$$\frac{BS}{dt} = \frac{F \cdot R}{Q}$$

$$B$$

$$\frac{BS \omega}{dl} = \frac{F \cdot dl}{q}$$

$$\frac{BS \omega}{e} = \frac{F \cdot l}{q}$$

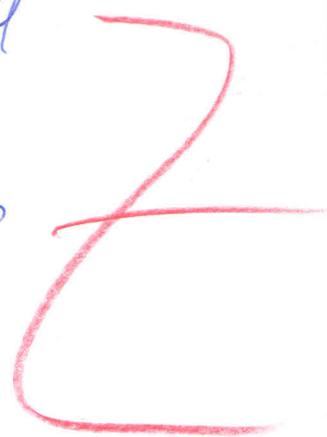
$$F = \frac{BS \omega q N}{e^2}$$

$$F = \frac{m \omega^2}{R}$$

$$F = m \omega^2 R$$

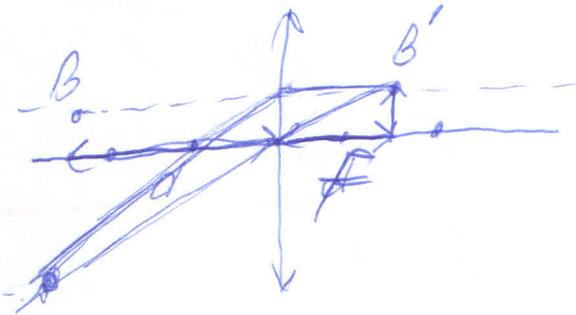
$d\varphi$

$$\frac{BS \omega q N}{e^2 R^2} = m \omega^2 R$$



Серновика

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



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

$M = \frac{(d-F)h}{F}$

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

1) $v_0 = nv_1 - v_2$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$

$v_0^2 = nv_1^2 + v_2^2$

$nv_1 = v_0 + v_2$

$nv_1^2 = (v_0 + v_2)(v_0 - v_2)$

$v_1 = v_0 - v_2$ $nv_0 - nv_2 = v_0 + v_2$

$v_1 = \frac{2v_0}{n+1}$

$v_2 = v_0 \frac{(n-1)}{(n+1)}$

$\frac{36}{30959} \cdot 10^{-1}$

$\frac{18 \cdot 10^{-1}}{30959}$

$\begin{array}{r}
 373 \\
 \times 83 \\
 \hline
 1119 \\
 2984 \\
 \hline
 30959
 \end{array}$

$36 \overline{) 30959}$

Термовик

$$m\dot{\vartheta} = M\dot{\vartheta}_1 - m\dot{\vartheta}_2$$

к

$$\vartheta = \nu\vartheta_1 - \vartheta_2$$

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

$$\frac{M\omega_1^2}{x} = \frac{k}{x}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$A = \vartheta_1 \sqrt{\frac{M}{k}}$$

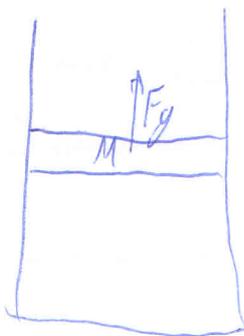
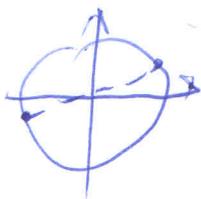
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$x = \vartheta_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \sin\left(\frac{7}{12} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}\right)$$

$$x = -\vartheta_2 \cdot \frac{7}{12} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$\vartheta_1 \sin \frac{7}{6} \pi = -\vartheta_2 \cdot \frac{7}{12} \cdot 2\pi$$

2/



$$\frac{PV}{T} = \text{const}$$

$$PV = \text{const}$$

$$P = \frac{Mg}{S} + p_0$$

$$P_{\text{возд}} = \frac{Mg}{S}$$

$$P = P_{\text{возд}} + P_{\text{рт}} \quad \rho_{\text{рт}} \cdot h \cdot S = P_{\text{рт}} \cdot S(h - \Delta h)$$

$$P_{\text{возд}} =$$

$$P = \frac{N}{N} RT$$

$$P_{\text{рт}} = \frac{Mg(h - \Delta h)}{S}$$

$$P_{\text{возд}} + P_{\text{рт}} = p_0$$

$$P = \frac{NP}{RT}$$

$$P_{\text{рт}} = \frac{Np_0}{RT} \quad m_{\text{рт}} = \frac{Np_0 S(h - \Delta h)}{RT}$$

3) $\mathcal{E} = \frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi} = \dot{BS}$