79-33-47-34
(179.1)

Олимпиада ПВГ
2016

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 07

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьёвы Горы!"

по физике

Котляка Евгения Андреевича
фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Дата
«22» марта 2016 года

Подпись участника

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ!» по ФИЗИКЕ

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2016 года

БИЛЕТ № 07 (10-11 классы)

79-33-47-34
(179.1)

Задание 1:

Вопрос: Как связаны между собой амплитуда ускорения, амплитуда скорости и амплитуда смещения при гармонических колебаниях? Ответ обосновать.

Задача: Длинный железнодорожный состав движется по инерции со скоростью $v_0 = 6$ м/с по горизонтальным рельсам, а затем въезжает на горку с постоянным углом наклона $\alpha = 4°$ к горизонту. Состав полностью остановился за время $T = 30$ с, не доехав до конца склона. Какая часть состава к моменту остановки оказалась на склоне горки? Трением качения и длиной переходного участка при въезде на горку пренебречь. Ускорение свободного падения считать равным $g \approx 10$ м/с^2. Распределение массы по длине состава считать равномерным.

Задание 2:

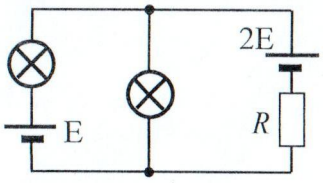
Вопрос: Водяной пар, начальное давление которого равнялось 0,5 атм. при температуре 100˚С, изотермически сжали, уменьшив его объем в три раза. Каким стало его давление? Ответ обосновать.

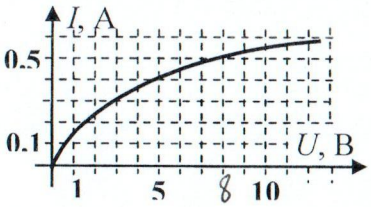
Задача: В гладком горизонтальном цилиндрическом сосуде между его вертикальной стенкой и подвижным вертикальным поршнем находится $m = 88$ г смеси азота и воды при температуре $t_0 = 100°C$. Наружное давление равно нормальному атмосферному $p_0 \approx 101$ кПа, и смесь занимает объем $V_0 \approx 107{,}4$ л. Смесь медленно охладили до температуры $t_1 = 80°C$, а затем поршень закрепили и продолжили медленное охлаждение. Сколько грамм жидкой воды будет находиться в сосуде при температуре $t_2 = 60°C$? Давление насыщенного водяного пара при этой температуре $p_H(t_2) \approx 20$ кПа. Универсальная газовая постоянная $R \approx 8{,}31$ Дж/(моль·К).

Задание 3:

Вопрос: Почему у ламп накаливания связь протекающего через их спираль тока с напряжением, как правило, не соответствует закону Ома (не является линейной)?

Задача: В схеме, показанной на рисунке слева, одинаковые лампы являются нелинейными элементами – их вольтамперная характеристика показана на рисунке справа. Сопротивление резистора $R = 28$ Ом, а $E = 6$ В. Найти суммарную мощность, потребляемую обеими лампами.





Задание 4:

Вопрос: В каком случае оптическую силу системы из двух тонких линз с общей осью с хорошей точностью можно считать равной сумме оптических сил этих линз? Ответ объяснить.

Задача: Две тонкие линзы расположены на общей оптической оси на расстоянии L друг от друга. На той же оси на таком же расстоянии L от ближайшей из них расположен точечный источник света, лучи от которого последовательно проходят через обе линзы. Если ближе к источнику размещена линза с большей оптической силой, то изображение источника находится на расстоянии $2L$ за дальней линзой. Если, не перемещая источник, переставить линзы, то изображение будет находиться на расстоянии $3L/2$ за дальней линзой. Найти фокусные расстояния обеих линз.

79-33-47-34 (179.1)

1	2	3	4	Σ
5	5	5	5	20
17	20	27	14	

Чистовик

Задание 1: Вопрос

Гармонические колебания – колебания, происходящие в соответствии с уравнением $x(t) = A_x \sin(\omega t + \varphi_0)$, где x – смещение, A_x – амплитуда смещения, t – время, ω – циклическая частота, φ_0 – фаза в момент $t=0$. Также может быть выражено с помощью $\cos(\omega t + \varphi_0')$, но φ_0' будет отличаться от φ_0 на $\frac{\pi}{2}$.

$V(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d(A_x \sin(\omega t + \varphi_0))}{dt} = A_x \omega \cos(\omega t + \varphi_0) = A_V \cos(\omega t + \varphi_0)$, где A_V – амплитуда скорости. $a(t) = \frac{dV(t)}{dt} = \frac{d(A_V \cos(\omega t + \varphi_0))}{dt} = -A_V \omega \sin(\omega t + \varphi_0) = -A_x \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) = -A_a \sin(\omega t + \varphi_0)$. A_a – амплитуда ускорения, т.к. $\omega > 0$, $A_x > 0$, $\sin \in [-1; 1]$ $\Rightarrow$ $A_a = \omega A_V$, $A_a = \omega^2 A_x$, $A_V = \omega A_x$, где ω – циклическая частота. $\omega = 2\pi\nu$, где ν – обычная частота.

Задание 1: Задача

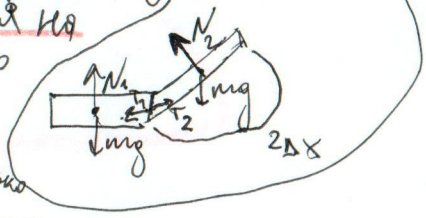
Пусть масса состава M, а длина L. Пусть l – длина части состава, въехавшей на горку. Полная энергия состава в начале $E_0 = \frac{MV_0^2}{2}$, если считать относительно уровня центра масс стоящего на горизонтальных рельсах состава потенциальную энергию гравитационного поля земли. Масса части состава, стоящая на склоне, $\frac{Ml}{L}$, так как считаем распредел. массы равномерным. Рассмотрим центры масс части, стоящей на склоне, и части, не стоящей. Центр масс первой части поднялся по склону на $l/2$ $\Rightarrow$ на высоту $h = \frac{l}{2} \cdot \sin\alpha$ относительно центра масс второй части $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ полная энергия этого положения $E_2 = \frac{Ml}{L} \cdot gh = \frac{Ml^2}{2L} g \sin\alpha$.

Т.к. поле потенциальное $E_1 = E_2$ $\Rightarrow$ $\frac{MV_0^2}{2} = \frac{Ml^2}{2L} g \sin\alpha$ $\Rightarrow$ $\Rightarrow V_0^2 = \frac{l^2}{L} g \sin\alpha$.

Пусть поезд (рис 2) поднялся на небольшую высоту Δx вдоль склона $\Rightarrow$ центр масс находится на расстоянии Δx от начала склона $\Rightarrow$ из второго закона Ньютона

$Ma = \frac{M\Delta x}{L} g \sin\alpha$, т.к. двигает паровоз только проекция силы тяжести на заехавшей ей части

рис 2



(см. продолжение)

Оценка: 7б баллов (Трибов В.А.) (Лобанов А.Е.)

Нужно $2\Delta x$

Знак утерян

Задание 1: Задача (прод.) Чистовик

~~$x = Ax$~~ где a — ускорение состава $\Rightarrow a = \frac{\Delta x}{L} g \sin\alpha \Rightarrow$ это ур-е гармонических колебаний, $\omega^2 = \frac{g\sin\alpha}{L}$, $\omega = \sqrt{\frac{g\sin\alpha}{L}}$. Пусть T_0 — период этих колебаний. Тогда $T = \frac{T_0}{2}$, т.к. это путь от наименьшего смещения к наибольшему $\Rightarrow T_0 = 4T$. $T_0 = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{\pi}{2T}$.

Пусть A_x — амплитуда смещения, а A_v — амплитуда скорости. $A_v = V_0 = 6$ м/с, т.к. в этой точке (внизу) потенциальная энергия была min $\Rightarrow$ кинетич = max. $A_v = \omega A_x \Rightarrow A_x = \frac{2V_0T}{\pi}$. $l = 2A_x$, потому что ~~нужно расстояние между~~ смещение считается центра масс, а нам нужна часть состава. Её длина в 2 раза больше $\Rightarrow$

$\Rightarrow l = \frac{4V_0T}{\pi}$ $\quad \omega = \sqrt{\frac{g\sin\alpha}{L}} \Rightarrow L = \frac{g\sin^2\alpha}{\omega^2}$

~~$\frac{l}{L} = \frac{4V_0T}{\pi} : \left(\frac{g\sin^2\alpha}{\pi^2} \cdot 4T^2\right) = \frac{V_0\pi}{g\sin^2\alpha}$ = ~~ β — часть состава, выступающая на склон

~~$\beta = \frac{6\,м/с \cdot 3\,м}{100\,м/с^2}$~~ ~~$\sin^2\alpha = 2\sin\alpha\cos\alpha \simeq 2\sin\alpha \simeq$~~

~~$\simeq 2\alpha$, т.к. $\alpha < 5°$, $\alpha \simeq 30°$~~

~~$\Rightarrow \alpha = \frac{5°}{180°}\pi$ рад $= \frac{\pi}{45}$ рад, $2\alpha \simeq \frac{2\pi}{45}$ рад~~

~~$\beta = \frac{l}{L} \simeq \frac{6\,м/с \cdot 45}{200\,м^2}$~~ $\quad \alpha < 5° \Rightarrow \alpha \simeq \sin\alpha$, $\alpha < \frac{\pi}{45}$ рад $\Rightarrow$

$\Rightarrow \beta = \frac{l}{L} = \frac{4V_0T\,\omega^2}{\pi g\sin\alpha} = \frac{\pi V_0}{g\sin\alpha T} \simeq \frac{45 \cdot 6\,м/с}{10\,м/с^2 \cdot 30\,с} \simeq \frac{3}{10} \simeq 0{,}3$ $\quad \frac{9}{10}$ 0,9

Ответ: $\beta = \frac{\pi V_0}{g\sin\alpha T} \simeq 0{,}3$

Утерян коэфф.

79-33-47-34
(179.1)

Чистовик

Задание 2: вопрос:

Запишем ур-е Менделеева Клапейрона $PV=\nu RT$. При изотермическом сжатии $T=const \Rightarrow PV=const$. Т.к. объём относительно изначального уменьшился вдвое, то давление должно было возрастать вдвое и стать равным 1,5 атм, но давление насыщенных паров воды при $T=100°C$ - 1 атм, т.к. как раз при этой температуре вода кипит $\Rightarrow$ часть воды конденсируется, а давление паров воды будет 1 атм.

Ответ: 1 атм.

Задание 2: Задача

Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона для начального состояния газа: $P_0V_0=\nu RT_0$, где ν - кол-во в-ва (N_2 и H_2O) в смеси.

$\nu=\frac{P_0V_0}{RT_0}$. Пусть ν_{H_2O} - кол-во H_2O, ν_{N_2} - кол-во N_2, $M_{H_2O}=18$ г/моль, $M_{N_2}=28$ г/моль.

$\nu=\nu_{H_2O}+\nu_{N_2}$ $\quad \nu_{H_2O}=\frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}}$ $\quad \nu_{N_2}=\frac{m_{N_2}}{M_{N_2}}$, $m_{H_2O}+m_{N_2}=88\text{ г}=m_0$ (ввели обозначение)

$$\frac{P_0V_0}{RT_0}=\frac{m_{N_2}}{M_{N_2}}+\frac{m_0-m_{N_2}}{M_{H_2O}}=\frac{m_{N_2}M_{H_2O}-m_{N_2}\cdot M_{N_2}+m_0M_{N_2}}{M_{N_2}M_{H_2O}}=\frac{m_{N_2}(M_{H_2O}-M_{N_2})+m_0M_{N_2}}{M_{N_2}M_{H_2O}}$$

$$m_{N_2}=\frac{\frac{P_0V_0}{RT_0}M_{N_2}M_{H_2O}-m_0M_{N_2}}{M_{H_2O}-M_{N_2}} \qquad m_{H_2O}=m_0-m_{N_2}=\frac{\frac{P_0V_0}{RT_0}M_{N_2}M_{H_2O}-m_0M_{H_2O}}{M_{N_2}-M_{H_2O}}.$$

Первый процесс был изобарным, т.к. поршень двигался и охлаждался медленно. Второй процесс - изохорный, так как поршень закрепили. $\Rightarrow$ в первом процессе $\frac{V}{T}=const$, а во втором - $\frac{P}{T}=const$. $\nu=\frac{P_0V_0}{RT_0}\simeq 3{,}5$ моль

$\nu_{N_2}\simeq 2{,}5$ моль, $\nu_{H_2O}\simeq 1$ моль

$\Rightarrow m_{N_2}\simeq 70$ г, $m_{H_2O}\simeq 18$ г.

$P_0V_1=\nu RT_1$ $\quad V_1=\frac{\nu RT_1}{P_0}=V_0\frac{T_1}{T_0}=$ ~~[illegible] 353 K~~ - объём при T_1

если

$P_2V_1=\nu RT_2 \Rightarrow P_2=\frac{\nu RT_2}{V_1}=\frac{\nu RT_2T_0}{V_0T_1}=\frac{P_0T_2}{T_1}$

P_{H_2O} = давление паров воды.

1) Вода не конденсируется $\Rightarrow P_{H_2O}=\frac{P_2\cdot m_{H_2O}}{\nu_{H_2O}+\nu_{N_2}}<p_н(T_2)=20$ кПа

~~$P_{H_2O}=\frac{P_0T_2\cdot\frac{P_0V_0}{RT_0}M_{N_2}m_{H_2O}-m_0M_{H_2O}}{M_{H_2O}T_1\cdot\frac{P_0V_0}{RT_0}}\simeq 27$ кПа~~

$$P_{H_2O}=\frac{P_0T_2\cdot\frac{\frac{P_0V_0}{RT_0}M_{N_2}M_{H_2O}-m_0M_{H_2O}}{(M_{N_2}-M_{H_2O})M_{H_2O}}}{T_1\cdot\frac{P_0V_0}{RT_0}}\simeq$$

$\simeq 27$ кПа >20 кПа $\Rightarrow$ часть воды конденсируется и давление паров будет $P_{H_2O}=20$ кПа

(см. продолжение)

Задание 2: Задача Чистовик

2) $P'_{H_2O} < 20$ кПа (остаток конденсировался)

пусть масса жидкой воды $M \Rightarrow$

$$\Rightarrow M = \frac{P_{H_2O} - P'_{H_2O}}{P_{H_2O}} \cdot m_{H_2O} = \frac{t_2 \cdot \frac{\frac{P_0V_0}{Rt_0} M_{H_2O}M_{N_2} - m_0M_{H_2O}}{(M_{N_2} - M_{H_2O})M_{H_2O}} - P_H(t_2)}{t_1 \cdot \frac{V_0}{Rt_0}} \cdot$$

$$\cdot \frac{t_2 \frac{\frac{P_0V_0}{Rt_0} M_{H_2O}M_{N_2} - m_0M_{H_2O}}{(M_{N_2} - M_{H_2O})M_{H_2O}}}{t_1 \cdot \frac{V_0}{Rt_0}} \cdot \frac{\frac{P_0V_0}{Rt_0} M_{H_2O}M_{N_2} - m_0M_{H_2O}}{M_{N_2} - M_{H_2O}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M = \frac{t_2 \cdot \frac{\left(\frac{P_0V_0}{Rt_0} M_{H_2O}M_{N_2} - m_0M_{H_2O}\right)}{(M_{N_2} - M_{H_2O})M_{H_2O}} - P_H(t_2)}{t_1 \cdot \frac{V_0}{Rt_0}} \cdot \frac{M_{H_2O}\, t_1 \cdot V_0}{t_2 \cdot R\, t_0}$$

$$M \simeq \frac{27{,}2\text{кПа} - 20\text{кПа}}{27{,}2\text{кПа}} \cdot 18\text{г} = \frac{7{,}2\text{кПа}}{27{,}2\text{кПа}} \cdot 18\text{г} = \frac{64{,}8\text{г}}{13{,}6} \simeq$$

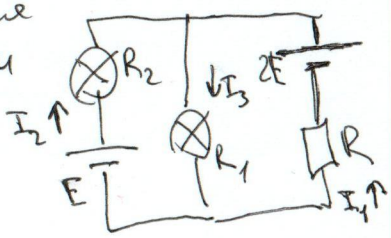
$$\simeq 4{,}76\text{г}$$

Чистовик

Задание 3: Вопрос: потому что с изменением температуры сопротивление (и удельное и абсолютное) материалов изменяется (в большинстве случаев при увеличении температуры – увеличивается сопротивление). ~~Также можно~~ А нагреваются лампы накаливания сильно. Также меняется плотность в-ва лампы (металла), через который течёт ток, что тоже может влиять на конечное сопротивление $R = \rho \frac{l}{S}$, где ρ – удельное сопротивл.

+

Задание 3: Задача: обозначим сопротивление ламп так, как показано на рисунке. Также введём силы тока I_1, I_2 и I_3 т.к. показано на рисунке. По правилам Кирхгофа и законам Ома для общей цепи: $I_3 = I_1 + I_2$.



~~$2E = RI_1 + R_1 I_3$~~

Посмотрим на вольтамперную хар-ку из условия. С хорошим приближением $I^2 \sim U \Rightarrow I \sim \sqrt{U}$. Тогда введём коэф k для этих ламп такой, что $I = k\sqrt{U}$. Возьмём точку графика $I_0 = 0{,}5\,A$, $U_0 = 8\,B \Rightarrow$

$\Rightarrow k = \frac{I_0}{\sqrt{U_0}} = \sqrt{\frac{I_0^2}{U_0}} \Rightarrow I = k\sqrt{U} \Rightarrow I^2 = k^2 U \Rightarrow I = \frac{k^2 U}{I} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ сопротивление лампы в Ом можно записать $R_{лампы} = \frac{I}{k^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow I = \frac{k^2 U}{I} \Leftrightarrow I = \frac{U}{R_{лампы}}$. $R_1 = \frac{I_3}{k^2}$, $R_2 = \frac{I_2}{k^2}$. ~~Запишем~~

По закону Ома для общей цепи $2E = RI_1 + R_1 I_3$, $E = I_2 R_2 + I_3 R_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow 2E = RI_1 + \frac{I_3^2}{k^2}$, $E = \frac{I_2^2}{k^2} + \frac{I_3^2}{k^2}$, $I_3 = I_1 + I_2$

~~$E = \frac{I_2^2}{k^2} + \frac{I_1^2 + 2I_1 I_2 + I_2^2}{k^2} = \frac{2I_1^2 + 2I_1 I_2 + I_2^2}{k^2}$~~

~~$2E = RI_1 + \frac{I_1^2 + 2I_1 I_2 + I_2^2}{k^2}$~~ $2E = R(I_3 - I_2) + \frac{I_3^2}{k^2}$

$E = \frac{I_2^2}{k^2} + \frac{I_3^2}{k^2}$ $RI_2 = RI_3 + \frac{I_3^2}{k^2} - 2E$

$E = \frac{\left(\frac{RI_3 + \frac{I_3^2}{k^2} - 2E}{R}\right)^2}{k^2} + \frac{I_3^2}{k^2} =$

Задание 4: Вопрос: Чистовик

Оптическую ~~силу~~ силу системы из двух тонких линз можно считать равной сумме опт. сил линз, если линзы находятся друг от друга на пренебрежимо малом расстоянии. Тогда расстояние от центра первой линзы до изображения первой линзы по модулю равно расстоянию от центра второй линзы до ~~расстояния~~ объекта (предмета).

Задание 4: Задача: Пусть F_1 и F_2 - фокусные расстояния линз с учётом знака (собир +, рассеив −), f_1 - расстояние до изображ., создав. первой линзой. ~~Тогда~~ (~~Тогда~~ когда сначала стояла линза 1, а потом 2), а f_2 - то же самое, только когда линзы поменяли местами

$\frac{1}{L}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{F_1}$, т.к. L - расст. до предмета. Тогда расстояние

(отриц. расст до изобр. или источника - мнимое изобр/источ.)

изображения до второй линзы $d_1 = L - f_1$. $\Rightarrow \frac{1}{L-f_1}+\frac{1}{2L}=\frac{1}{F_2}$

запишем то же самое для системы, в которой линзы поменяли местами.

$\frac{1}{L}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{F_2}$ $\quad \frac{1}{L-f_2}+\frac{2}{3L}=\frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{1}{L}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{L-f_2}+\frac{2}{3L}$

$\frac{1}{L}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{L-f_1}+\frac{1}{2L} \Rightarrow \cancel{f_1(L-f_2)+L(L-f_2)=Lf_1+\frac{2}{3}f_1(L-f_2)}$

$\Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{3}\frac{1}{L}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{L-f_2} \\ \frac{1}{2}\frac{1}{L}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{L-f_1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f_1(L-f_2)+3L(L-f_2)=3f_1L \\ f_2(L-f_1)+2L(L-f_1)=2f_2L \end{cases} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \begin{cases} f_1L-f_1f_2+3L^2-3Lf_2=3f_1L \\ f_2L-f_2f_1+2L^2-2Lf_1=2f_2L \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \cancel{f_2(-3L-f_1)=2f_1L-3L^2} \\ \cancel{f_1(-2L-f_2)=f_2L-2L^2} \end{cases} \Leftrightarrow$

$\cancel{\Leftrightarrow f_2=\frac{-2f_1L+3L^2}{3L+f_1}, \quad f_1=\frac{f_2L-L^2}{-2L-f_2}=\frac{\frac{-2f_1L^2+3L^3}{3L+f_1}-L^2}{-2L+\frac{2f_1L-3L^2}{3L+f_1}}=}$

$\cancel{=\frac{-2f_1L^2+3L^3-L^2(3L+f_1)}{-2L(3L+f_1)+2f_1L-3L^2}=\frac{3L^3-3f_1L^2-3L^3}{-9L^2}=f_1}$

$f_1L-f_2L+3L^2-2L^2-3Lf_2+2Lf_1=3f_1L-2f_2L \Rightarrow$

$\Rightarrow L^2-4Lf_2=-2f_2L \Rightarrow L^2=2Lf_2 \Rightarrow f_2=\frac{L}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{1}{L}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{F_2} \Leftrightarrow \frac{1}{L}+\frac{2}{L}=\frac{1}{F_2} \Rightarrow F_2=\frac{L}{3}$

$\frac{1}{L-f_2}+\frac{2}{3L}=\frac{1}{F_1} \Leftrightarrow \frac{2}{L}+\frac{2}{3}L=\frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{8}{3}L=\frac{1}{F_1} \Rightarrow F_1=\frac{3}{8}L$

Ответ: $F_1=\frac{3}{8}L$, $F_2=\frac{L}{3}=\frac{L}{3}$

Z

НЕ ТОТ КОРЕНЬ!

79-33-47-34
(179.1)

Черановик

1

$T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = 2\pi\nu$

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

$\xrightarrow{V}$

$\frac{MV^2}{2} =$

$l = \frac{4V_0T}{\pi}$

$L = \frac{g^2\sin^2\alpha}{\omega^2} = \frac{g^2\sin^2\alpha}{\pi^2}\cdot 4T^2$

$\frac{4V_0T\ \pi^2}{\pi\ g^2\sin^2\alpha\cdot 4T}$

K

$mg\sin\alpha$

$\frac{l}{2}$

mg

$\frac{lmg\sin\alpha}{L} = ma$

$a = \frac{l}{L}g\sin\alpha$

(2) Черновик

$$J = \frac{101{,}4 \cdot 101}{8{,}31 \cdot 373} =$$

8,31
·373
373

5817
2493
3078,43

3078,43
×373
831
373

107400
107

107400
10107,4
9234
15167,4

1084700 | 3078
9234 | 350
16130
15390
740

$$\nu_{N_2} = \frac{x}{M_{N_2}} \qquad \nu_{H_2O} = \frac{m_0 - x}{M_{H_2O}}$$

$$\frac{x}{M_{N_2}} + \frac{m_0 - x}{M_{H_2O}} = \frac{p_0 V_0}{R t_0}$$

$$\frac{m_0 M_{N_2}}{M_{N_2} M_{H_2O}}$$

$$\frac{3{,}5 \cdot 18 \cdot 28 - 88 \cdot 28}{-10} =$$

$$= -3{,}5 \cdot 1{,}8 \cdot 28 + 8{,}8 \cdot 28 =$$

$$= 28(8{,}8 - 3{,}5 \cdot 1{,}8) =$$

$$= 28 \cdot 2{,}5 =$$

28
+28
+14
70

$70/28 = 2{,}5$

3,5
×1,8
280
35
6,30

$\frac{1}{2{,}5}$

$101 \cdot \frac{333}{353} \cdot 182 =$

$\frac{33633 \cdot 18}{353}$

95
+18
95
240
1810

(3) $I = 0{,}5A$

$U = 8B$

$U = kI^2$

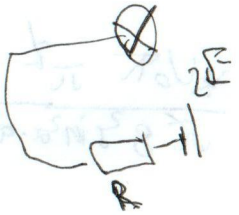
$I = k\sqrt{U}$

$0{,}5 = k2\sqrt{2}$

$k = \frac{1}{4\sqrt{2}}$

$I = k\sqrt{U}$

$U = IR$



$I = k\sqrt{U} = RU$

$R = \frac{k}{\sqrt{U}}$

1

$I = k\sqrt{U}$

$R = \frac{k}{\sqrt{U}} = \frac{k^2}{I}$

33633 | 95
95
353
-17
353
-336
17
1733 | 353
1765 | 5

Черновик

$d_1 = L$

$$\frac{1}{L} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{1}{L-f_1} + \frac{1}{2L} = \frac{1}{F_2}$$

$d_2 = L - f_1$

$$\frac{1}{L} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{1}{L-f_2} + \frac{2}{3L} = \frac{1}{F_1}$$

$$P = \frac{\nu R T_0}{V_0} = \frac{m R t_0}{\mu V_0}$$

$\nu \mu = m$

$$\frac{m}{P} = \frac{\mu V_0}{R t_0}$$

$$\frac{101 \cdot 333}{353 \cdot 3{,}5}$$

$$\begin{array}{r} \times 353 \\ 3{,}5 \\ \hline 1765 \\ 1059 \\ \hline 1235{,}5 \end{array}$$

$$E = RT_{-1} - \frac{I^2}{K^2}$$

$$f_1 L - f_2 L + L^2 - 3Lf_2 + 2Lf_1 = 3f_1 L - 2f_2 L$$

$$\begin{array}{r|l} 1235{,}5 & \\ \hline 27{,}2 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1235 \\ \times 7 \\ \hline 8645 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8923 \\ -8645 \\ \hline 277 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 648 & 13{,}6 \\ -544 & 4{,}76 \\ \hline 1040 & \\ -952 & \\ \hline 880 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 680 \\ \times 4 \\ \hline 54{,}4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13{,}6 \\ \times 7 \\ \hline 952 \end{array}$$