0 401644 470004

40-16-44-47
(64.29)

Вышел 14:06
Вернулся 14:59

выход: 15:58
вернулся: 16:00

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Зеньковича Алексея Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

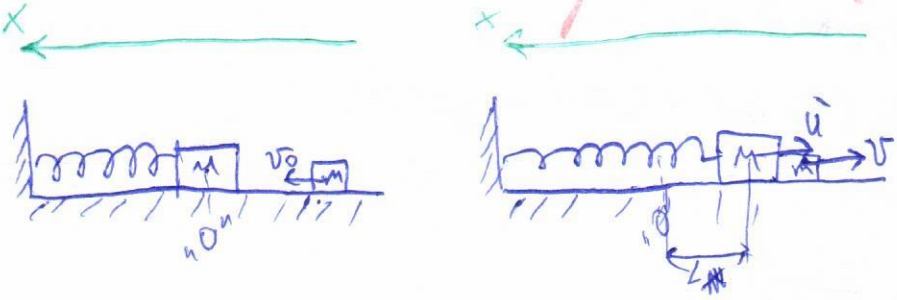
40-16-44-47 (64.29)

Чистовик.

1.1.1

$\tau = \frac{7}{12}T$

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



1) В начальный момент произошёл удар, в результате чего брусок массой M пробрёл импульс по ЗСИ: $m\bar{v}_0 = M\bar{u} + m\bar{v}$,

Ox: $mv_0 = Mu + mv$. Также по ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow$

$$\left.\begin{aligned} v_0 &= nu + v \\ v_0^2 &= nu^2 + v^2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow v_0^2 - v^2 = (v_0 - v)(v_0 + v) = nu^2 \Rightarrow v_0 - v = u$$

2) Сказано, что тела снова встретились в момент времени $\tau = \frac{7}{12}T$, для начала запишем ур-ия гармон. колебаний для системы пружины и тела массой M:

$x = A \cdot \sin(wt)$, ф-ия синуса выбрана, т.к. в начальный момент смещение по оси Ox равно 0.

$u = A \cdot w\cos(wt)$, тогда в момент времени τ, $u' = A \cdot w \cdot \cos(w \cdot \frac{7}{12}T)$, $T = \frac{2\pi}{w}$, а для гармон. колебаний $w = \sqrt{\frac{k}{m}}$, также учтём, что в начале колебаний тела массой M $t = 0 \Rightarrow u = A \cdot w \cdot \cos(w \cdot 0) = A \cdot w$. $u' = A \cdot w\cos(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{7}{12} \cdot \frac{2\pi\sqrt{m}}{\sqrt{k}})$

$= A \cdot w \cdot \cos(\frac{7}{6}\pi) = A \cdot w \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow u' = \frac{\sqrt{3}}{2}u$

3) Также мы знаем, что за время $\tau = \frac{7}{12}T$ малый брусок пройёл $L = v \cdot \tau = \frac{7}{12}vT$, именно на такое расстояние растянулась покоившаяся в начальный момент пружина, тогда запишем ЗСЭ для момента первого и второго столкновения тел.

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{Mu'^2}{2} + \frac{kL^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$$

– энергия при 1-ом столкновении

– эн-ия системы при 2-ом столкновении

	1	2	3	4	W
	10	8	8	10	36
	7	12	11	13	45

Гочу

Чистовик

$$MU^2 + kL^2 = MU^2;$$

$$kL^2 = MU^2 - \frac{3}{4}MU^2 = 0{,}25MU^2;$$

$$k\cdot v^2\cdot t^2 = k\cdot v^2\cdot\left(\frac{7}{12}\right)^2\cdot T^2 = 0{,}25MU^2 \Rightarrow v = \frac{U\cdot 12}{2\cdot 7\,T}\sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{U\cdot 6\sqrt{k}\sqrt{M}}{7\pi\sqrt{m}\sqrt{k}}$$

$$v = \frac{6}{7\pi}U\cdot\sqrt{n}.$$

4) $v_0 - v = U \Leftrightarrow v_0 - \frac{6}{7}\cdot\frac{U}{\pi}\sqrt{n} = U \Rightarrow v_0 = U\left(1 + \frac{6}{7\pi}\sqrt{n}\right)$

$$n = \frac{v_0 + v}{U} = \frac{\frac{6}{7\pi}U\cdot\sqrt{n} + U\left(1 + \frac{6}{7\pi}\sqrt{n}\right)}{U} = \frac{12}{7\pi}\sqrt{n} + 1,$$

$\sqrt{n} = t \quad t > 0$

$$t^2 = \frac{6}{7\pi}t + 1 \Leftrightarrow t^2 - \frac{6}{7\pi}t - 1 = 0 \Rightarrow D = \frac{36}{49\cdot\pi^2} + 4 =$$

$$= \frac{36 + 49\cdot 4\pi^2}{49\pi^2} \Rightarrow \sqrt{D} = \frac{\sqrt{36 + 49\cdot 4\pi^2}}{7\pi}$$

$$t = \frac{\frac{6}{7\pi} + \frac{\sqrt{36 + 49\cdot 4\pi^2}}{7\pi}}{2} = \frac{6 + \sqrt{36 + 49\cdot 4\pi^2}}{14\pi} \Rightarrow n = \frac{\left(6 + \sqrt{36 + 49\cdot 4\pi^2}\right)^2}{196\pi^2}$$

неверно

9

Вопросы:

Импульс материальной точки - это физическая величина, численно равная произведению массы точки на её скорость в данной системе отсчёта.

$\vec{p} = m\cdot\vec{v}$

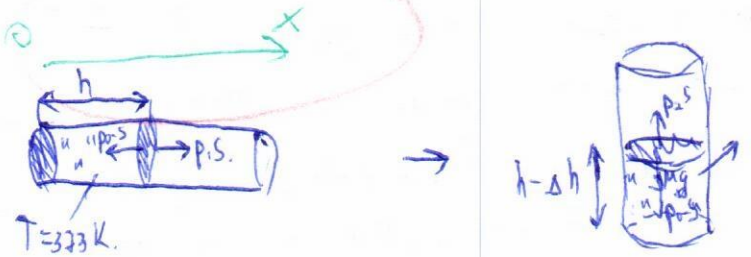
Закон сохранения импульса: Если равнодействующая всех внешних сил действующих на тело равна 0, то импульс системы есть величина постоянная.

10

№ 2.4.1.

$h = 35$ см.
$p_0 = 10^5$ Па
$M = 10$ кг.
$R = 8{,}3\ \frac{Дж}{моль\cdot K}$
$S = 100$ см^2
$\Delta h = 5$ см.
$T = 373$ K

$M_{H_2O} = 18\ \frac{г}{моль}$



1) В начальный момент времени поршень покоится $\Rightarrow \vec{R} = 0 \Rightarrow p_0\cdot S = p_1\cdot S \Rightarrow p_1 = p_0 = 10^5$, также из

$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

Δm - ?

ур-ия Менделеева-Клапейрона: $p_1 = \frac{\nu_1 RT}{V_1} = \frac{\frac{m}{M} RT}{h \cdot S}$

В 2-ом положении поршень тоже находится в равновесии $\Rightarrow p_2 S = Mg + p_0 S$, также из ур-ия Менделеева-Клапейрона: $p_2 = \frac{\nu_2 RT}{(h-\Delta h) \cdot S} = \frac{\frac{m-\Delta m}{M} RT}{(h-\Delta h) S}$, поршень сместился вниз как раз для того, чтобы $p \uparrow$, т.к. при смещении вверх $V \uparrow \rightarrow p \downarrow$:

$$p_2 = \frac{Mg}{S} + p_0 = \frac{\frac{m}{M} RT}{(h-\Delta h) S} - \frac{\frac{\Delta m}{M} RT}{(h-\Delta h) S},$$ значит из это ур-ия можно найти Δm.

чистовик

$$\frac{100}{100 \cdot 10^{-4}} + 10^5 = \frac{30}{25} \cdot 10^5 - \frac{\frac{\Delta m}{M} RT}{(h-\Delta h) S},$$

Нет окончат. формулы

$$10^4 - \frac{1}{5} \cdot 10^5 = \frac{-\frac{\Delta m}{M} RT}{(h-\Delta h) S} \Leftrightarrow \frac{\frac{\Delta m}{18} \cdot 8{,}31 \cdot 373}{0{,}25 \cdot 100 \cdot 10^{-4}} = 10^4 \Leftrightarrow$$

$$\frac{\Delta m}{18} \cdot 8{,}31 \cdot 373 = 25 \Rightarrow \Delta m = \frac{25 \cdot 18}{373 \cdot 8{,}31}\ г.;\ \Delta m \approx 0{,}15\ г.$$

Насыщенный пар - это пар, относительная влажность которого равна 100%.

Давление и плотность насыщенного пара прямопропорциональны температуре, т.к. при увеличении температуры молекулы пара начинают двигаться быстрее, а значит их ~~[illegible]~~ кинетическая энергия растёт $\Rightarrow \left.\begin{matrix} p = \frac{2}{3} n E \\ E \uparrow \end{matrix}\right\} \Rightarrow p \uparrow$, а $\varphi = \frac{p}{p_н п} = \frac{\rho}{\rho_н п} \Rightarrow$ и плотность тоже растёт.

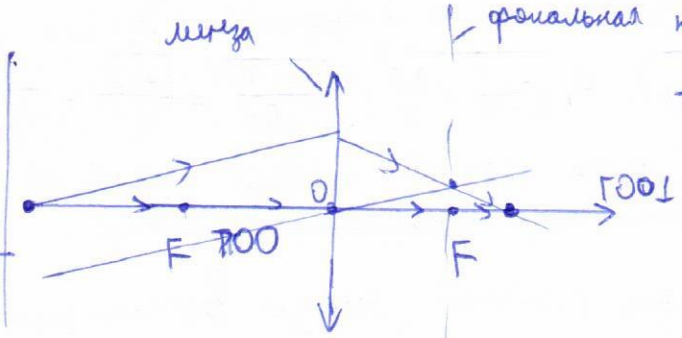
№4.10.1.

$d = 25$ см

$h = 3$ см

$F = 10$ см

$L = ?$

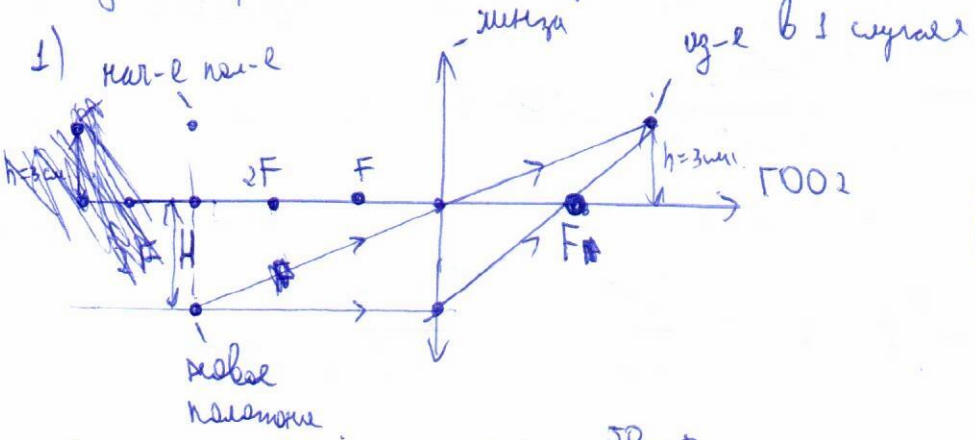


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F} = 16\frac{2}{3}\ см$$

Для того, чтобы изображение предмета осталось в той же точке. ~~Поскольку~~ после перемещения линзы перпендикулярно её ГОО, то нужно рассмотреть 2 случая:

1)



чистовик

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow d = \frac{f \cdot F}{f - F} = \frac{\frac{50}{3} \cdot 10}{\frac{20}{3}} = 25 \text{ см} \Rightarrow$$ сам ~~и~~ источник

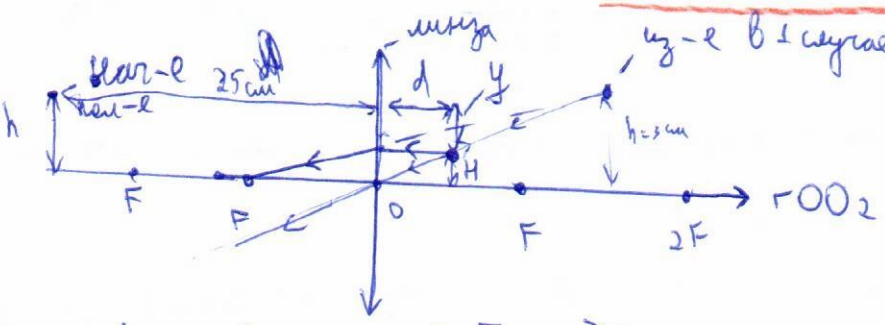
перпендикулярно относительно ГОО

света надо двинуть на $H^{\vee}$, а как известно: $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{h}{H} \Rightarrow$

$$H = \frac{d \cdot h}{f} = \cancel{\frac{\frac{50}{3} \cdot 3}{25} = 25 \text{ см}} = \frac{\frac{25 \cdot 3}{1}}{\frac{50}{3}^{2}} = \frac{9}{2} = 4{,}5 \text{ см} \Rightarrow x_1 = H + h = 7{,}5 \text{ см}$$

+

2)



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}; \quad d = \frac{f \cdot F}{f + F} = \frac{\frac{50}{3} \cdot 10}{\frac{80}{3}} = \frac{50}{8} = 6\frac{2}{4} = 6{,}25 \text{ см}$$

−

Также необходимо совершить и вертикальное смещение, тогда $\Gamma = \frac{F}{d} = \frac{H}{h}$; $H = \frac{d \cdot h}{f} = \frac{\frac{25}{4} \cdot 3}{\frac{250}{3}} = \frac{9}{8} = 1{,}125$ см $\Rightarrow y = \frac{15}{8}$.

Тогда общее смещение по т. Пифагора будет равно: ??? зачем?

$$x_2 = \sqrt{(6{,}25 + 25)^2 + (\frac{15}{8})^2} = \sqrt{\frac{25 \cdot 5}{4} + \frac{15^2}{64}} = \sqrt{\frac{2000 + 225}{64}} = \cancel{\frac{\sqrt{2025}}{8} = \frac{45}{8} = 5\frac{5}{8} = 5{,}625 \text{ см}}$$

Учтем, что источник света также прошел смещение, чтобы быть по одну сторону с изображением относительно линзы.

Вопросы: Формула тонкой линзы выглядит следующим образом:

40-16-44-47 (64.29)

Чистовик

$\pm\frac{1}{F} = \pm\frac{1}{f} \pm \frac{1}{d} = D$ – опт. сила линзы.

„+" ставится тогда, когда линза собирающая
„−" ставится тогда, когда линза рассеивающая

„+" ставится тогда, когда из-е образовано действительными лучами, а „−", когда из-е образовано мнимыми лучами
„+" перед „d" ставится тогда, когда источник света является действительным и от него идет расходящийся пучок лучей
„−" перед „d" ставится тогда, когда из-е образовано в результате преломления сходящегося пучка лучей (источник света мнимый)

F – фокусное расстояние линзы

f – расстояние от изображения до линзы.

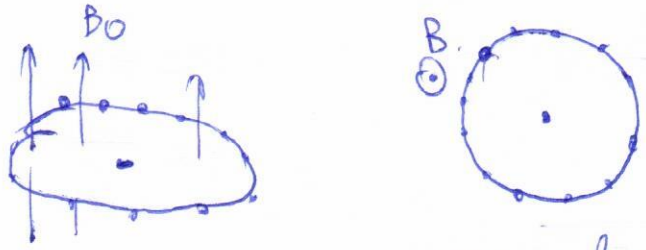
d – расстояние от предмета до линзы.

(Увеличение даваемое линзой может быть поперечным и продольным) Поперечное увеличение показывает во сколько раз изображение больше предмета: $\Gamma = \frac{f}{d}$ ~~продольное~~

№ 3.7.1.

$N = 100$
$m = 10 \cdot 10^{-3}$ г
$q = 10^{-7}$ Кл
$B_0 = 100$ Тл

$h_{max} = ?$



Заряды, расположенные на кольце взаимодействуют друг с другом с силой Кулона, но т.к. для любого маленького шарика найдётся 2 симметрично расположенных по окружности относительно него шарика (кроме шарика который расположен напротив него на диаметре окр-ти), то действие этой силы компенсируется в 49 случаях силой силой Кулона и в одном случае силой реакции опоры кольца.

В результате изменения магнитного потока у системы появилась ЭДС, ~~когда Вокруг по правилу Ленца~~,

$\mathcal{E} = -\dot{\Phi}$; $\Phi_н = B_0 \cdot S \cdot \cos 0^\circ$; $S = \pi R^2$

$\mathcal{E} = -\frac{\Phi_н - \Phi_к}{\Delta t} = -\frac{B_0 \cdot \pi R^2}{\Delta t}$.

ЭДС начала „перебрасывать" заряженные бусинки в результате чего они начали приобретать скорость. В результате можно записать ЗСЭ для получившейся системы:

энергия пот-ого взаимодействия зарядов.

$\mathcal{E} \cdot \Delta q \cdot N = \frac{mv^2 N}{2}$; $W_п - W_к$

конечная энергия

работа за 1 оборот

$\frac{B_0 \cdot \pi R^2 \cdot \Delta q}{\Delta t} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$

$n = \frac{1}{\tau}$

$\Rightarrow$

$v = R\sqrt{\frac{2B_0 \Delta q \pi}{m \Delta t}} \Rightarrow$

$\tau = \frac{2\pi R}{v}$

конечная скорость

$\tau = \frac{2\pi\sqrt{m \cdot \Delta t}}{\sqrt{2B_0 \cdot \Delta q \cdot \pi}}$

~~т.к. по условию $n_{max} \Rightarrow n = \tau \Rightarrow \tau \to 0 \Rightarrow \tau = \Delta t$, тогда~~

Пусть $\Delta t = \frac{2\pi R}{N} / v$, т.к. при изменении магнитного потока можно рассмотреть следующую систему:

это Δt при $v = \text{const}$

$\mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{mv^2}{2}$

$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$

$dt = \frac{2\pi R}{N} / v$

$\Rightarrow$

$\frac{B_0 \cdot \pi R^2 \cdot \Delta q \cdot N v}{2\pi R} = \frac{mv^2}{2}$

$v = \frac{m \Delta q \cdot N \cdot B_0 \cdot R}{m} \Rightarrow$

$\tau = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{m \Delta q N \cdot B_0 \cdot \pi R} \Rightarrow$

$\boxed{\tau = \frac{2\pi}{m \Delta q N B_0}}$ неверно!

Чистовик.

№4 (дополнение)

$x_2 = \sqrt{\frac{2225}{64}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 89}{64}} \approx \frac{5 \cdot 9}{8} = \frac{45}{8} = 5\frac{5}{8} = 5{,}625$ см.

Чистовик

5

Магнитный поток – это физическая величина, равна произведению вектора магнитной индукции на площадь контура через который проходит магнитный поток на косинус угла между вектором магнитной индукции и нормалью к пл-ти контура. формула!

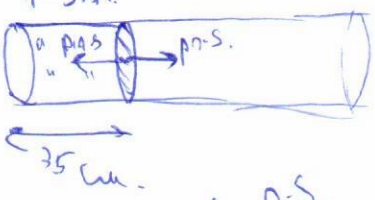
3

Явление электромагнитной индукции состоит в том, что при изменении вектора магнитной индукции через контур в нем возникает ЭДС, равная скорости изменения вектора магнитной индукции. формула?

Черновик.

Черновик

$T = 37°C$



$pV = \nu RT$.

$m = 10$ кг.

$S = 100$ см^2.

$p_0 = 10^5$ Па

$M = 18 \frac{г}{моль}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$.

$R = 8{,}3$ Дж

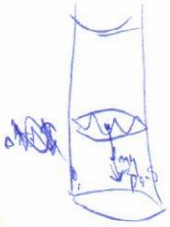
$\Delta m - ?$

$p_{н1} = p_0 = 10^5$

$\frac{\nu RT}{V}$.

$p \cdot S$.

$p_{н2}$.



$p_{н2} = p_0 + \frac{Mg}{S}$.

$\frac{\nu RT}{V}$

$p_{н2}$.

$\frac{\nu RT}{V}$

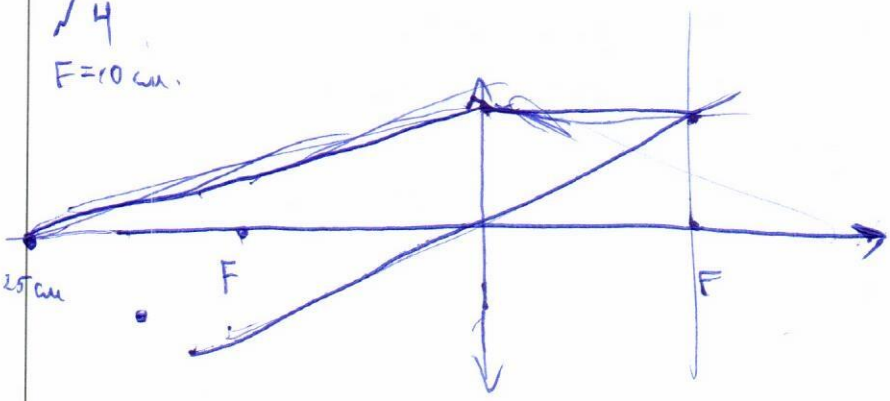
$10^5 =$

$p_{н1} = 10^5 = \frac{\nu RT}{h \cdot S} = \frac{\frac{m}{M} RT}{h \cdot S}$.

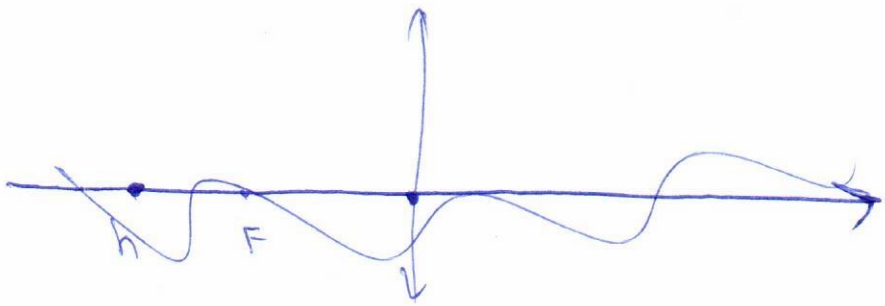
$p_{н2} = 10^5 + \frac{Mg}{S} = \frac{\frac{m - \Delta m}{M} RT}{(h - \Delta h) S}$.

№4

$F = 10$ см.



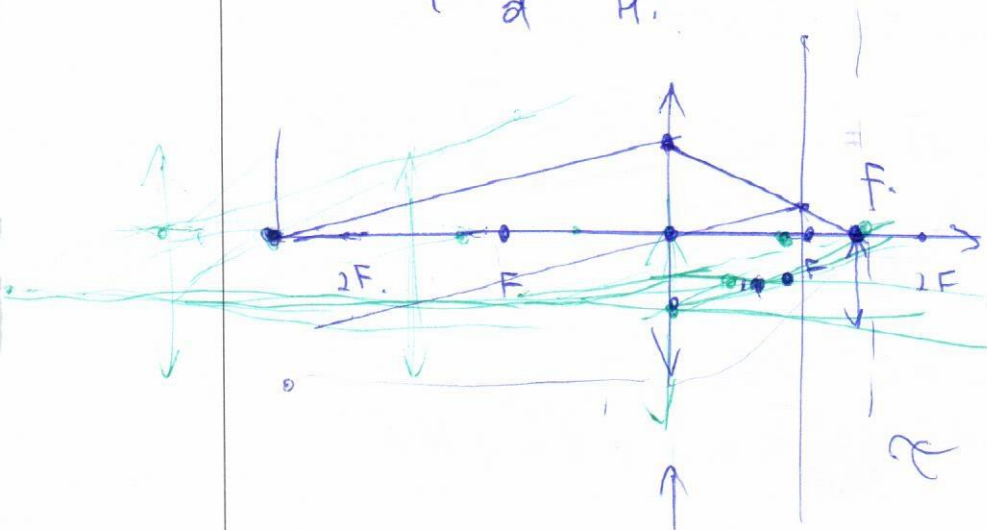
$\Delta\varphi$



Черновик.

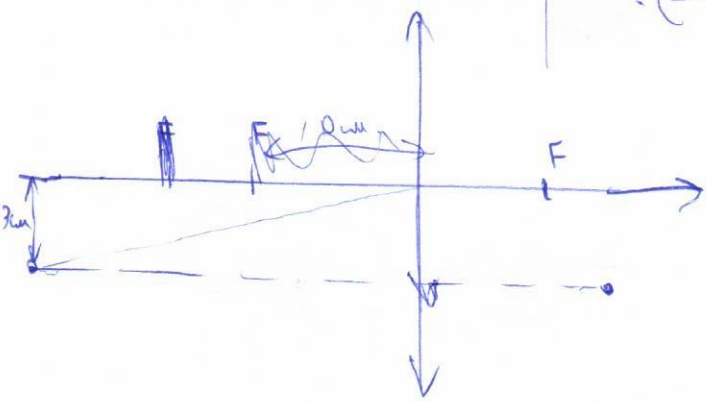
$\Gamma = \frac{F}{d} = \frac{h}{H}$.

$m a_{ц} = \frac{mv^2}{R} = qv \cdot B$.

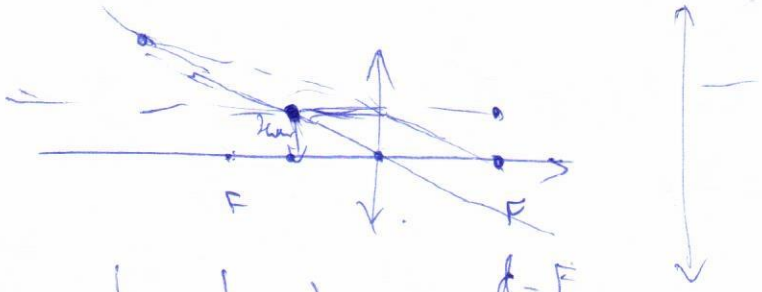


$\times 125$
16
750
125
2000

$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta q \cdot B}{m}}$



$\frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} = \frac{1}{x}$.



$\times 40$
40
1600.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$. $\Leftrightarrow \frac{d-F}{Fd}$

$\frac{1}{10} = \frac{1}{x} + \frac{1}{25}$. $\Rightarrow x = \frac{15}{250} = \frac{3}{50} = \frac{50}{3} = 16\frac{2}{3}$.

$1\frac{7}{8} + \frac{9}{8} = 1\frac{1}{8}$.

$\frac{1}{F} = \frac{-1}{16\frac{2}{3}} + \frac{1}{x}$. $\frac{25}{4} + 25$

$25\left(\frac{1}{4} + 1\right)$

$\times 43$
43.
$\times 45$
45
225
180
2025

$\frac{25 \cdot 5}{4} + \frac{81}{64} =$

$25 \cdot 5 \cdot 16$.

$\mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{mv^2}{2}$

$2000 + 225 \cdot 8$

1) $U' = \frac{\sqrt{3}}{2} U$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$; $\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

2) $m\vec{v}_0 = M\vec{U} + m\vec{v} \Leftrightarrow \vec{v}_0 = n\vec{U} + \vec{v} \Leftrightarrow v_0 = nU - v$ $\quad \frac{v_0 + v}{U} = n$

3) $x = \frac{7}{12} v \cdot T$; $x = A \cdot \sin(\omega T) = A \cdot \sin \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{7}{12} = -0{,}5A$

4) $\frac{mv^2}{2} + \frac{MU^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$;

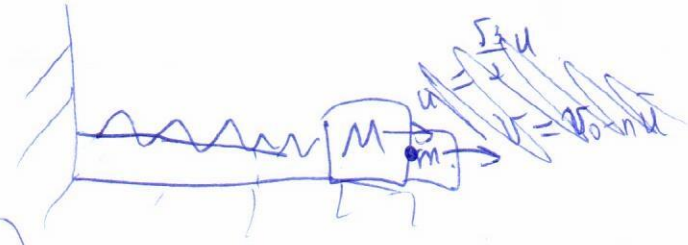
$mv^2 + MU^2 + kx^2 = mv_0^2 = mv^2 + MU^2$.

$mv^2 + 0{,}25MU^2 + k \cdot (\frac{7}{12})^2 v^2 T = mv_0^2 = mv^2 + MU^2$.

5) $x = \frac{A}{2}$

$v_0 = U$

$v = U$.



$$\boxed{\frac{7}{12} v \cdot T = \frac{A}{2}}$$

$0{,}25MU^2 = k \cdot (\frac{7}{12})^2 \cdot v^2 \cdot T^2$.

$0{,}25MU^2 = kx^2 = \frac{kA^2}{4} =$

$y = \frac{k}{25}$; $\frac{k}{30} = p_0$.

$\frac{p_0}{y} = \frac{k\,25}{30\,k} =$

$mv^2 + MU^2 = mv_0^2 \Leftrightarrow v^2 + nU^2 = v_0^2$.

$p_0 = \frac{25}{30} y \Rightarrow$

$nU^2 = (v_0 - v)(v_0 + v)$

$y = \frac{30}{25} p_0$.

$nU^2 = nU \cdot (v_0 + v)$

$\begin{cases} \vec{v}_0 + \vec{v} = U \Leftrightarrow v_0 - v = U. \end{cases}$

$\begin{array}{r} 4 \\ \times\ 25 \\ 18 \\ \hline +\ 200 \\ 25 \\ \hline 450 \end{array}$

$\begin{array}{r} 375 \\ -\ 23 \\ \hline 125 \end{array}$ $\quad \frac{125}{15}$.

$\frac{450}{373 \cdot 8{,}31}$.

$\frac{450}{375} = \frac{18}{15 \cdot 8}$

$\frac{18}{150} = 0{,}15$.

$\frac{0}{20}$

$3(u + 3(7$ $\qquad v_0 = u - v$

$v_0 - v = u$ $\qquad \Rightarrow \eta = \frac{v_0 + v}{u} =$

v_3 ГК:

$mv^2 + 0{,}75 Mu^2 + kx^2 = mv_0^2$.

$0{,}25 Mu^2 = kx^2 = k \cdot (\frac{T}{2})^2 \cdot v^2 T^2 \Rightarrow v^2 = \frac{0{,}25 Mu^2}{}$

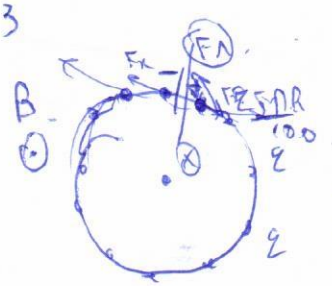
$v = \frac{u \cdot 2T}{2T}\sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{u \cdot 6}{2T}\sqrt{\frac{M}{k}} =$

$2^{10} = 1024$

$v_0 = u + v \Rightarrow v_0 =$

$mv^2 + \frac{3}{4}Mu^2 + k \cdot (\frac{T^2}{4})v^2 \cdot T^2 = mv^2 + Mu^2$

№3



$\eta = \frac{k}{c}$. $\qquad \overline{F_n} = 0$.

$F_A = q\vec{v}\vec{B}$.

$B_0 = 100$ Тл

$q = 10^{-7}$ Кл.

$N = 100$

$m = 10$ мг.

$\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = I \cdot R$.

$q = I \cdot \Delta t \cdot 225$ L

89.

$\Phi = B \cdot S$

$\mathcal{E} =$

$\Phi = B_0 \cdot S = B_0 \cdot \pi R^2$

$I = q \cdot \Delta t$.

$\mathcal{E} = \frac{\Phi - \Phi_0}{\Delta t}$.

$I \cdot \Delta t$.

$\mathcal{E} =$

$I =$

5·125

$2000 \frac{25}{8}$.

$I \cdot \Delta t = 100q$.

$100 \cdot q = 100 \frac{m v_n^2}{2}$

$W_n + \mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{m v_n^2}{2} + W_n$

$\eta =$

$\tau = \frac{2\pi R}{v_n}$

$\mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{m v_n^2}{2}$

2225

$2000 + 25 =$

$\frac{B_0 \cdot \pi R^2 \cdot v_n t}{\Delta t \cdot 100} = \frac{m v_n^2}{2}$

25(81

Черновик.

$\tau = \frac{7}{12}T.$

ЗСИ: импульс системы является постоянной величиной, при условии, что векторная сумма внешних сил, д-х на тело равна 0.

Импульсом мат. точки

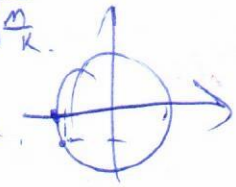
$mv_0 = MU + mv$; $\frac{mv_0^2}{2} + \frac{MU^2}{2} + \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$.

$k\Delta x = ma_y$. $x = -\frac{k}{m}a_y \Rightarrow w^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}}$

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

$v_0 = \frac{M}{m} U + v$. $\frac{M}{m} = n$

$q = \frac{7}{12}$.



$x = A \cdot \sin(wt) =$

$v = Aw\cos(wt) =$

$v = A \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{7 \cdot 2\pi\sqrt{m}}{12\sqrt{k}}\right)$

$v = A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \cos\left(\frac{7}{6}\pi\right)$.

$v = A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$.

$U = A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$.

$x = v \cdot \frac{7}{12}T =$

$mv_0 = MU + mv$ $160 + 36$.

$\frac{49}{4}$

$0{,}2 \cdot 10 \cdot 10^4 - 10^4$.

$2 \cdot 10^4 - 10^4$.

$\frac{mv^2}{2} + MU^2 + k$

$mv^2 + MU^2 + kx^2 = mv_0^2$