0 365403 980008

36-54-03-98
(64.18)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант №1

дешифр

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов"

по физике

Петрова Андрея Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

36-54-03-98 (64.18)

1.1.1.

Импульс материальной точки – векторная физ. величина, равная произв-ю массы на скорость.

$\vec{p} = m\vec{v}$ (+)

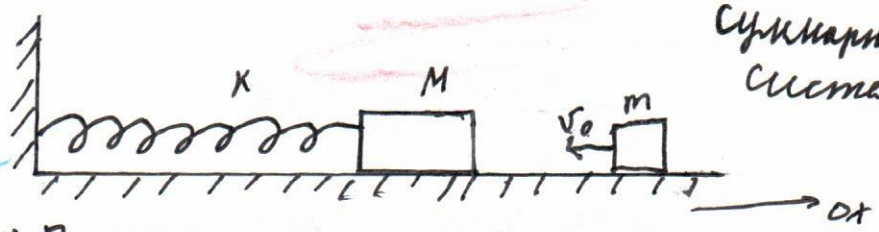
Импульс системы материальных точек равен сумме импульсов матер. точек, входящих в эту систему.

$\vec{P}_{система} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots \vec{p}_n$; $\vec{p}_1, \vec{p}_2$ – импульсы мат. точек (+)

З.С.И.

В замкнутой системе выполняется равенство начального импульса системы и конечного. (+) (Если сумма внешних сил, действ. на систему = 0, то суммарный импульс этой системы = const)

$\vec{P}_{нач. система} = \vec{P}_{кон. система}$



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

1) По закону сохр. импульса

$Ox: -mv_0 = -Mv + mv_1$ (+) $\Rightarrow v_1 = \frac{Mv - mv_0}{m}$

З.С.Э. $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$ (+)

$mv_0^2 = Mv^2 + mv_1^2$

$mv_0^2 = Mv^2 + \frac{\cancel{m}(Mv - mv_0)^2}{m^{\cancel{2}}}$

$\cancel{m^2v_0^2} = Mmv^2 + M^2v^2 - 2Mmvv_0 + \cancel{m^2v_0^2}$

$Mmv^2 + M^2v^2 - 2Mmvv_0 = 0$

$v(Mmv + M^2v - 2Mmv_0) = 0$

[$v = 0$, не удовл. усл. задачи
[$Mmv + M^2v - 2Mmv_0 = 0$

$v = \frac{2mMv_0}{Mm + M^2} = \frac{2mv_0}{m + M}$

	1	2	3	4	Σ
Т	10	9	10	8	37
	3	5	13	15	48

85

Николаева Гаранова Вдов

2) $\frac{k\Delta x_m^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$

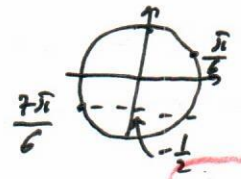
$T = v\sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{2mv_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}}$ $\qquad t = \frac{7}{12}T$

$x(t) = x_m \cdot \sin(\omega t)$ $\qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$

$\frac{7}{12}\left(\frac{Mv - mv_0}{m}\right) = \frac{2mv_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{7}{12}T\right)$

$\frac{7}{12}\left(\frac{Mv - mv_0}{m}\right) = \frac{2mv_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin\left(\frac{7\pi}{6}\right)$

$+\frac{7}{12}\left(\frac{Mv - mv_0}{m}\right) = \frac{2mv_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)$



$-\frac{7}{6}\left(\frac{Mv - mv_0}{m}\right) = \frac{2mv_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}}$

$\frac{7\left(mv_0 - M\cdot\frac{2mv_0}{M+m}\right)}{6m} = \frac{2mv_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}}$

$\frac{7(mMv_0 + m^2v_0 - 2mMv_0)}{6m(m+M)} = \frac{2mv_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}}$

$7m^2v_0 - 7mMv_0 = 12m^2v_0\sqrt{\frac{M}{k}}$

$7mv_0 - 7Mv_0 = 12mv_0\sqrt{\frac{M}{k}}$

$7m - 7M = 12m\sqrt{\frac{M}{k}}$

$7m\left(7 - 12\sqrt{\frac{M}{k}}\right) = 7M$

$\frac{7M}{m} = 7 - 12\sqrt{\frac{M}{k}}$ $\qquad n = \frac{M}{m} = \frac{7 - 12\sqrt{\frac{M}{k}}}{7} =$

$= \frac{7\sqrt{k} - 12\sqrt{M}}{7\sqrt{k}}$

Ответ: $\frac{7\sqrt{k} - 12\sqrt{M}}{7\sqrt{k}}$

ответ неверный

Задача 4.10.1. Теория:

Формула тонкой линзы:

$\pm\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\pm\frac{1}{F}$ ± рассеивающая линзы!

d - расстояние от источника до линзы

f - расстояние от линзы до изображения

~~если источник мнимый, то в формуле перед d ±~~

~~если изображение мнимое, то в формуле f ±~~

F - фокусное расстояние линзы.

Г - увеличение линзы

$\Gamma=\frac{f}{|d|}$ +

Задача 2.4.1. Теория:

Пар называется насыщенным, если он находится в термодинамич. равновесии со своей жидкостью. ✓

Чем больше давление насыщ. пара, тем больше температура. ✓

таким образом рас ДЗ-?

Чем больше плотность насыщ. пара, тем больше температура. ✓

Задача 3.7.1. Теория:

Магнитный поток - физ. величина, равная скалярному произведению вектору магнитной индукции на площадь пов-ти.

$\Phi=BS\cos\alpha$

15

Явление электромагнитной индукции. При изменении магнитного потока через замкнутый проводящий контур появляется ЭДС самоиндукции, равное скорости изменения магнитного потока.

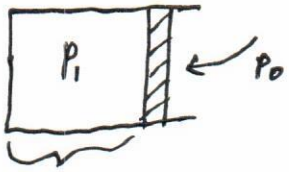
$|\mathcal{E}_i|=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

5

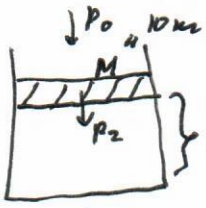
Задача 2.4.1. $\Delta m = ?$

$t = 100°C = 373K$

положение 1:



$h = 35$ см



$h - \Delta h = 35 - 5 = 30$ (см)

положение 2

100°C

Давление влажного воздуха: $p_{вл.в.} = p_{сух.} + p_{в.п}$

$$p_{сух} = \frac{m_{сух.}RT}{M_{сух}V}, \quad m_{сух.} = const$$

$$p_{в.п.} = \frac{m_{в.п}RT}{M_{в.п.}V}, \quad m_{вп} \neq const.$$

$$p_{вл.воздуха} = \frac{\varphi\%}{100\%} \cdot p_{нв.п.}, \quad p_{нвп} = p_0$$

при $t_0 = 100°C$

Положение 1: $V_1 = h_0 S$

$$p_{вл.в1} = p_{сух.1} + p_{в.п2} = p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

Положение 2: $V_2 = (h - \Delta h)S$

$$p_{вл.в.2} = p_{сух.2} + p_{в.п.2} = p_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$p_{сух.1} = \frac{m_{сух.}RT}{M_{сух.}V}$$

$$p_{вп1} = \frac{m_{в.п.}}{M} \cdot \frac{RT}{V_1}$$

$$p_{в.п2} = \frac{(m_{в.п} - \Delta m)}{M} \cdot \frac{RT}{V_2}$$

$$\begin{cases} \frac{m_{сух.}}{M_{29}} \cdot \frac{RT}{h_0 S} + \frac{m_{в.п}}{M_{18}} \cdot \frac{RT}{h_0 S} = p_0 \\ \frac{m_{сух.}}{M_{29}} \cdot \frac{RT}{(h-\Delta h)S} + \frac{m_{в.п.}}{M_{18}} \cdot \frac{RT}{(h-\Delta h)S} = p_0 + \frac{Mg}{S} \end{cases}$$

$: (h - \Delta h)$

$$\frac{m_{сух.}}{M_{29}} \cdot \frac{RT}{h_0 S(h-\Delta h)} + \frac{m_{в.п.}}{M_{18}} \cdot \frac{RT}{S(h-\Delta h)} = \frac{p_0}{h-\Delta h}$$

$$\frac{m_{сух.}}{M_{29}} \cdot \frac{RT}{(h-\Delta h)Sh} + \frac{(m_{в.п.} - \Delta m)RT}{M_{18}(h-\Delta h)Sh} = \frac{p_0}{h} + \frac{Mg}{Sh}$$

Вычитаем:

$$\frac{RT\Delta m}{M_{18}(h-\Delta h)S \cdot h} = \frac{p_0}{h-\Delta h} - \frac{p_0}{h} - \frac{mg}{Sh}$$

$$\frac{RT\Delta m}{M_{18}(h-\Delta h)Sh} = \frac{p_0 Sh - p_0 S(h-\Delta h) - Mg(h-\Delta h)}{Sh(h-\Delta h)}$$

$$\Delta m = \frac{\mu_{1B}(h-\Delta h)S(P_0Sh - P_0S(h-\Delta h) - Mg(h-\Delta h))}{RTS(h-\Delta h)}$$

$$\Delta m = \frac{18\cdot10^{-3}\cdot0{,}3\cdot10^{-2}\cdot0{,}35\,(10^5\cdot0{,}35\cdot10^{-2} - 10^5\cdot10^{-2}\cdot0{,}3 - 10\cdot10\cdot0{,}3)}{8{,}3\cdot373\cdot10^{-2}\cdot0{,}35\cdot0{,}3} =$$

$$= \frac{18\cdot10^{-3}\cdot(350-300-30)}{8{,}3\cdot373} = \frac{18\cdot10^{-3}\cdot20}{8{,}3\cdot373} = \frac{18}{8{,}3}\cdot\frac{20}{373}\cdot10^{-3} \approx$$

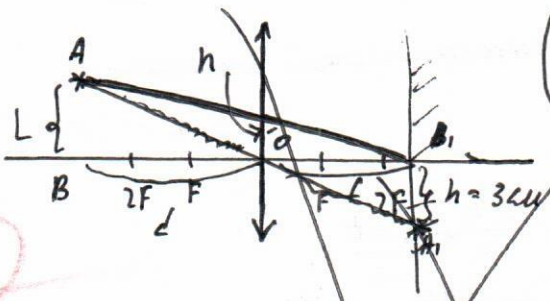
$$\approx 2{,}3\cdot\frac{1}{23}\cdot10^{-3} = \frac{23}{10\cdot23}\cdot10^{-3} = 10^{-4} = 0{,}1(г)$$

Ответ: $\boxed{\Delta m = 0{,}12.}$

$$\Delta m = \frac{\mu_{1B}(P_0Sh - P_0S(h-\Delta h) - Mg(h-\Delta h))}{RT}$$

" конечный ответ

Задача 4.10.1



По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

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

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{25\cdot10}{25-10} = \frac{250}{15} = \frac{50}{3}$$

Из подобия:

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

$$L = \frac{(\frac{50}{3}+25)\cdot3}{50/3} = \frac{(50+75)\cdot3}{50} =$$

$$= \frac{125\cdot3}{50} = \frac{375}{50} = \frac{75}{10} = 7{,}5(см)$$

$\triangle ABO \sim \triangle A_1B_1O$

Условие на нахождение 2-й точки.

Ответ: 7,5 см.

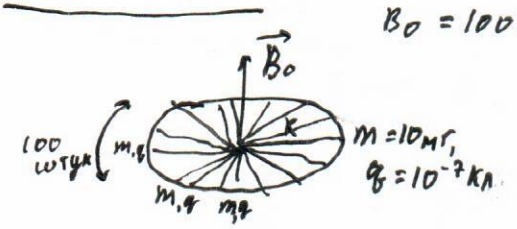
Источник A, центр. линзы O и изобр. A_1 лежат на одной прямой. При этом при смещении источника, изобр. этого источника так же сместится.

Ответ: 7,5 см.

Задача 3.7.1.

$B_0 = 100$ Тл ; $N = 100$

$n_{max} = ?$



1) Пусть R - это радиус кольца; после включения магнитного поля в кольце возникнет вихревое электрическое поле. Это эл. поле, в свою очередь, действует на заряженные бусинки, расположенные по кольцу.

$S_{кольца} = \pi R^2$, где R-радиус

$$\begin{cases} |\mathcal{E}_{ind}| = \frac{B_0 \pi R^2}{\Delta t} \\ \mathcal{E}_{ind} = E \cdot 2\pi R \end{cases}$$

$F = QE$; $A = F \cdot S = F \cdot v \cdot \Delta t$

$|E \cdot 2\pi R| = \frac{B_0 \pi R^2}{\Delta t}$

$2E = \frac{B_0 R}{\Delta t}$

$E = \frac{B_0 R}{2\Delta t}$

$Q = q \cdot N$

$F = Q \cdot \frac{B_0 R}{2\Delta t}$

Закон об изменении кинетической энергии:

$\frac{mv^2}{2} = A = F v \Delta t$

$v = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$

$\frac{mv}{2} = F \Delta t$

$mv = \frac{QR}{2} \frac{B_0 \Delta t}{\Delta t}$

$mv = \frac{B_0 R Q}{2}$

$m\omega R = \frac{B_0 R Q}{2}$

$m\omega = \frac{B_0 Q}{2}$

$\omega = \frac{B_0 Q}{2m}$ +

Целый оборот за $2\pi n$, т.е.

За $\frac{2\pi n}{2} = \frac{1}{2}$ оборота

πn

? что это означает

$$\begin{cases} \omega = \pi n_{max} \\ \omega = \frac{B_0 Q}{2m} \end{cases} \Rightarrow \pi n_{max} = \frac{B_0 Q}{2m}$$

$\frac{1000}{628} = \frac{500}{314} = \frac{250}{157}$

$n_{max} = \frac{B_0 Q}{2\pi m} = \frac{B_0 q N}{2\pi m} \Rightarrow$

$n_{max} = \frac{100 \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^4 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^{-3}}{6{,}28 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^3}{6{,}28} = \frac{1000}{628} \cdot 10^2 =$

10

 Чистовик

$\approx 1{,}5\cdot 10^2 = 150$ кГц ≈ 160 кГц

$250 : 157 = 1{,}59\ldots$

$250 - 157 = 930$

$930 - 785 = 1450$

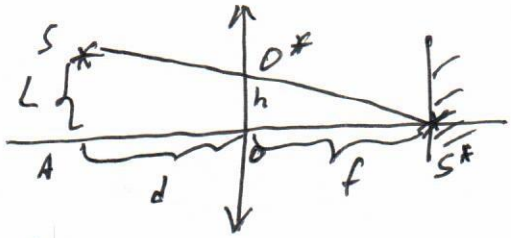
$1450 - 1413 = 370$

$370 - 314 = 56$

Ответ: ~~150 кГц~~

Ответ: 160 кГц. Отлично!

Задача 4.10.1



Условие для наблюдения в 1-й точке:

Источник S, центр. линзы O и изображение источника S* должны лежать на одной прямой.

$\triangle S^*OO^* \sim \triangle S^*AS$ из подобия $\triangle$-ов $\Rightarrow \frac{f}{h} = \frac{f+d}{L}$

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

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \quad +$$

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

$$L = \frac{\left(\frac{Fd}{d-F} + d\right)h}{\frac{Fd}{d-F}} = \frac{(Fd + d(d-F))h\cancel{(d-F)}}{Fd\cancel{(d-F)}} =$$

$$= \frac{(10\cdot 25 + 25(25-10))\cdot 3}{10\cdot 25} = \frac{(250 + 25\cdot 15)\cdot 3}{250} = 3 + \frac{25\cdot 45}{250} =$$

$$= 3 + \frac{45}{10} = 3 + 4{,}5 = 7{,}5 \text{ (см)}$$

Ответ: $L = 7{,}5$ см. +

 Черновик

$7m - 7M = 12\sqrt{\frac{M}{k}}$

$49m^2 + 49M^2 - 98mM = \frac{144M}{k}$

$49m^2 - 49M^2 - 98mM - \frac{144M}{k} = 0$

~~$49m^2 - 49M^2 - 98mM$~~

~~$49m^2 - 49M^2 = 0$~~

~~$D = (98M)^2 - 4\left(-\frac{144M}{k}\right)$~~

для нам рисн. изобр. источника в нач. момент. Для этого проведём

1-2: $\frac{\Delta m RT}{M_в(h-\Delta h)S_{на}} =$

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

$1r = 10^{-3}$ м !!!

~~Подставляем~~ ~~раз~~

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

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

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

$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{270}{15} = \frac{50}{3}$

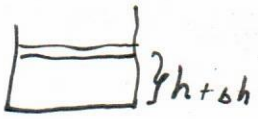
$\frac{l}{h} = \frac{d}{f}$

~~$l = \frac{dh}{f} = \frac{253}{50}$~~

$pV = \nu RT_0$

$p_0 S h = \frac{m_0}{\mu} R T_0$

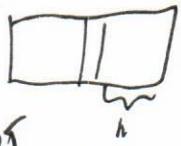
$m_0 = \frac{p_0 S h \mu}{R T_0}$



Стало:

$p_1 S (h + \Delta h) = \frac{m_к}{\mu} R T_0$

$p_1 = p_0 + \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} + p_0$

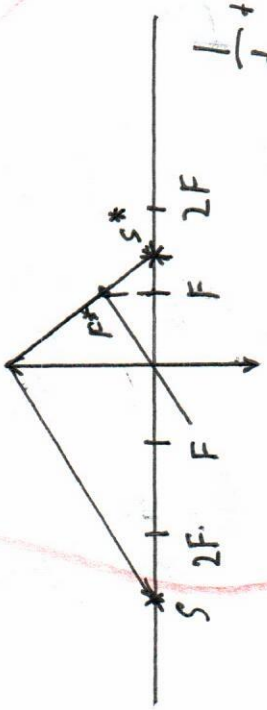


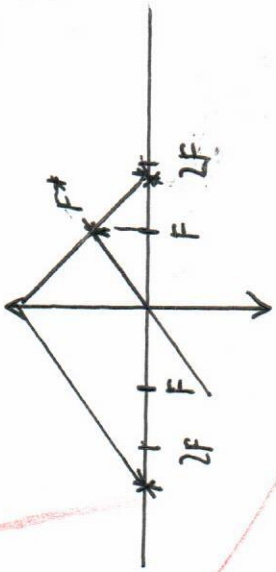
$pV = \nu RT$

$T = \frac{pV}{\nu R}$

$T =$

Наименьший пар-мр, при котором воздух больше не может принять влаг и остановиться процесс конденсации





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

$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{d} = \frac{1}{d_2}$

$d = d_2$

$d_2 = d - h$

h

$$\frac{7}{6}\pi\left(\frac{MV-mV_0}{m}\right)=\frac{2mV_0}{M+m}\cdot\sin\left(\frac{7\pi}{6}\right)$$

$$\frac{7}{6}\pi\left(\frac{M\cdot 2mV_0}{M+m}-mV_0\right)=\frac{2m^2V_0}{M+m}\left(\sin\frac{7\pi}{6}\right)$$

$x(t)=\frac{2}{12}\pi\cdot M$

$$\frac{7}{12}\pi\cdot\left(\frac{MV-mV_0}{m}\right)=\frac{2mV_0}{m+M}\sqrt{\frac{m}{k}}\cdot\sin\left(\frac{2\pi}{7}\cdot\frac{7}{12}\pi\right)$$

$$\frac{7}{12}\left(\frac{MV-mV_0}{m}\right)=\frac{2mV_0}{m+M}\sqrt{\frac{M}{k}}\cdot\sin\left(\frac{7\pi}{6}\right)$$

$$\frac{7}{12}\left(\frac{MV-mV_0}{m}\right)=\frac{2mV_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}}\cdot\left(-\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{7}{6}\left(\frac{mV_0-MV}{m}\right)=\frac{2mV_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}}$$

$\ddot{x}=-\omega x$

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

$$\frac{7}{6}\left(\frac{mV_0-M\cdot\frac{2mV_0}{m+M}}{m}\right)=\frac{2mV_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}}$$

$\frac{2\pi}{T}$

$\frac{2\pi}{T}$.

$$\frac{7}{6}\,\frac{\left(mV_0(M+m)-2MmV_0\right)}{m\cancel{(M+m)}}=\frac{2mV_0}{\cancel{M+m}}\sqrt{\frac{M}{k}}$$

$\cancel{7}$ $\cancel{7}$ $7(\cancel{mV_0M+m^2V_0-2MmV_0})=12m^2$

$V_0\sqrt{\frac{M}{k}}$

$$\frac{7\left(mMV_0+m^2V_0-2MmV_0\right)}{}=12m^2V_0\sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$7\left(m^2V_0-mMV_0\right)=12m^2V_0\sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$7\cancel{m}(mV_0-MV_0)=12m^{\cancel{2}}\cancel{V_0}\sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$7(m-M)=12m\sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$7m-7M=12m\sqrt{\frac{M}{k}}$$

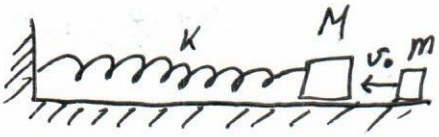
$$m\left(7-12\sqrt{\frac{M}{k}}\right)=7M$$

$$7\frac{M}{m}=7-12\sqrt{\frac{M}{k}}$$

№1.

Импульс материальной точки - векторная физ. величина, равная пр-ю m на $\vec{v}$.

Системы мат. точек



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

З.С.И. $mv_0 = Mu + mv_1'$

$m(v_0 - u)' = Mu$

$\frac{m}{M} = \frac{u}{v_0 - u'}$

$-mv_0 = -Mv + mv_1 \Rightarrow$

$v_1 = \frac{Mv - mv_0}{m}$

$mv_0^2 = Mv^2 + mv_1^2$

$mv_0^2 = Mv^2 + m\left(\frac{Mv - mv_0}{m}\right)^2$

$mv_0^2 = Mv^2 + m\frac{(Mv - mv_0)^2}{m}$

$m^2 v_0^2 = Mv^2 + m^2 v^2 - 2mv$

$v = \frac{2mv_0}{m+M}$

$-mv_0 = -Mv + mv$

$Mv = mv + mv_1$

$Mv = m(v + v_0)$

$mv_0^2 = Mv^2 + mv_1^2$

② $\frac{k\Delta x^2 m}{2} = \frac{mv^2}{2}$

$T = v\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2mv_0}{M+m}\sqrt{\frac{M}{k}}$

$\frac{7}{12} T = \frac{|Mv - mv_0|}{m} =$

$= 2mv_0$

$x(t) = x_m \cdot \sin(\omega t)$

$x(t) =$