

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Математика  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Поповы Елизавета Юрьевна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*13:25 Сдан работу Кофменков Д.Ю. Рязь*

Дата

« 05 » Июня 2023 года

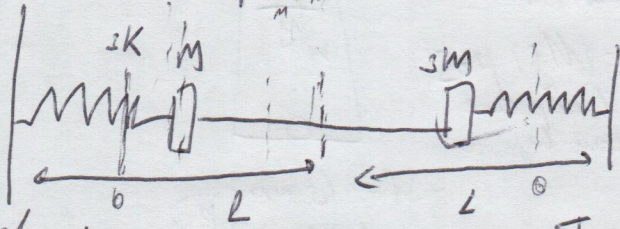
Подпись участника

*[Signature]*

87-22-46-76  
(47.8)

р. 2.1.

Черновик  
 $X_1 + X_2 = 0$



$l_1 = 10 \text{ см}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{3k}}$

Через некоторое время откинули  
справа пружиной соединяло

Для правой пружины  $T = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{k}}$

$\Rightarrow$  следовательно, масса перемещается, но становится  
она не по середине

Для 1 пружины  $x = A \sin(\omega_1 t + \alpha_1)$

САО  $x = A \sin \omega t \quad \omega_1 = \omega_2 = \omega_0 = \text{const}$

Для 2 пружины

$x_2 = A \sin \omega t$

$\Rightarrow$  Они совпадают

$m_{\text{эфф}} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{3m \cdot m}{4m} = \frac{3m}{4}$

$k_{\text{эфф}} = \frac{1}{\frac{1}{3k} + \frac{1}{k}} = \frac{1}{\frac{4}{3k}} = \frac{3k}{4}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{\text{эфф}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{3m \cdot 4}{4 \cdot 3k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$   
переносим



Журналов

Книжек

1	10
2	20
3	15
4	14
5	4
6	63

Местный  
тип

Рисунки

2.6 Черный

$S = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

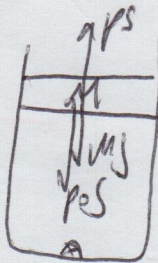
$M = 100 \text{ кг}$

$m = 9 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$

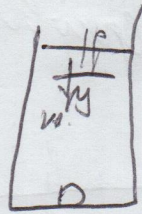
$T = 273 \text{ К}$

$t = 400 \text{ К}$

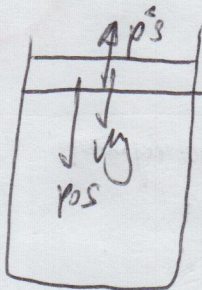
$p_1 = 2.5 \cdot 10^5 \text{ Па}$



Учитывая  
 $pS = Mg + p_0 S$   
 + и в поршне  
 находится газ, то



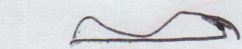
- и в газе  
 1 моль  $pV$



Поэтому температура  
 в газе

$pV = \nu RT$

$Q = \Delta U + W$   
 $Q =$   
 $\Rightarrow$  в процессе  
 в пар



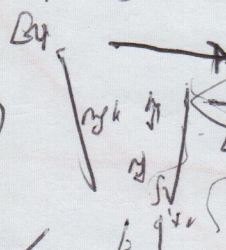
$E_{yk} + m g R - m g$

$m g R (1 - \cos \alpha)$

$E_{yR} + E_{yR} \sin \alpha = \frac{m v^2}{2} - m g R - m g R \cos \alpha$

$\frac{m v^2}{2} = E_y (R + R \sin \alpha) + m g (R + R \cos \alpha)$

$E_y R \cos \alpha - m g \sin \alpha =$   
 $E_y = \frac{m g \sin \alpha}{\cos \alpha}$   
 $\frac{m v^2}{2} \Rightarrow$



$10^3 \cdot 10^{-6}$   
 $100 \cdot 10^3$   
 $10^{-6} \cdot 10^3 \cdot 10^{-2}$   
 Минимум  
 $v_{max}$

$E_{yk}$

Для бусинки

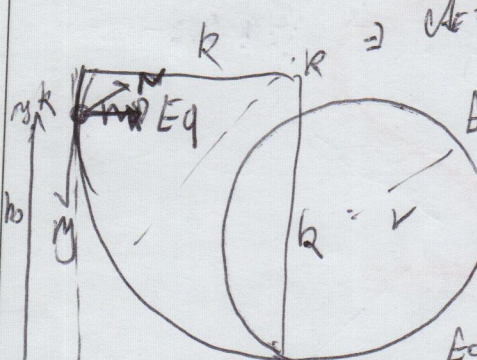
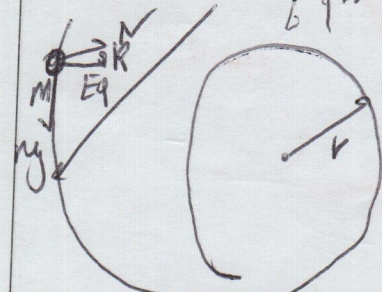
$m g h_0 \Delta E_k = \Delta E + W_f$

$\Delta E = \frac{m v^2}{2} - m g h$

$E_{y \text{ хвост}}$

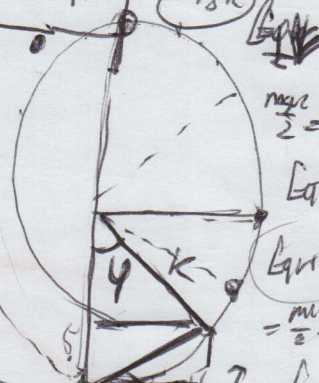
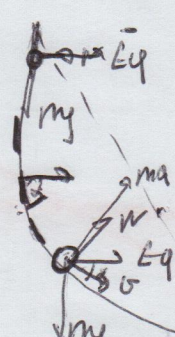
$E_{yk} m g R = \frac{m v^2}{2}$

$\frac{m v^2}{2} = m g R = \frac{m v^2}{2}$



$E_y dx$

$E_y dx \cos \alpha$



$E_{yR}$

$E_{yR} E_{yR} =$

$= \frac{m v^2}{2} + m g R - m g h$

Для прохода бусинки  
 времени

сила в направлении на центр скорости

$m a_c = E_y \cos \alpha + m g \sin \alpha \Rightarrow$

$m a_y = E_y \sin \alpha$

$\frac{m v^2}{2} = \Delta E + m g h$

$\Rightarrow$  скорость  $\frac{m v^2}{2} = \Delta E + m g h$

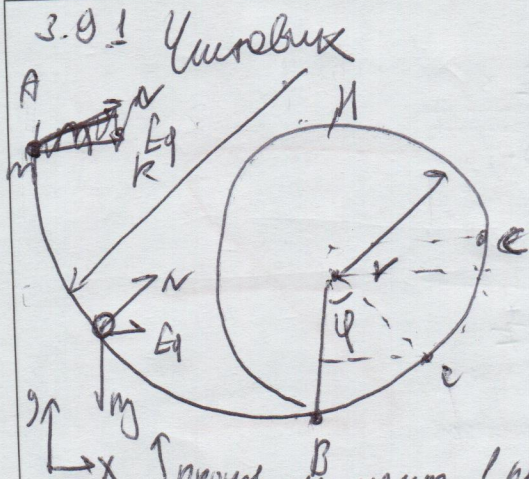
$E_{yR} + E_{yR} =$

$- m g R + \frac{m v^2}{2} - m g h$

$E_y (R + h) + m g R = \frac{m v^2}{2} + E_y R$

87-22-46-76

(47.8)



Дано

$$\sqrt{\frac{2}{10^3 \text{ кг}} \left( 10^3 \text{ Н} \cdot 10^3 \text{ м} \left( 1 + 0,25 \frac{1}{\sqrt{10}} \right) + 10 \text{ м} \cdot \left( 1 - 0,25 \frac{1}{\sqrt{10}} \right) \right)} = \sqrt{2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 0,25 + 1,75 \cdot 10^3} \approx 42$$

Заметим, что при движении от точки A до B скорость только растет (т.к. и потенциал и точка A вертикальная)

$h = R$   $y(A) = h$   $x(A) = 0$

Запишем закон сохранения энергии

$$A = E_k - E_0 \quad E_q \cdot R + mgR = \frac{mv^2}{2}$$

Далее по точке C  $E = \uparrow$ , ищем диаметр

который имеет минимальную длину BC.

$$\frac{mv^2}{2} = E_q k + E_q (R \sin \alpha) + mgR - mgR(1 - \cos \alpha)$$

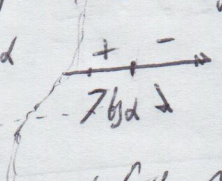
$$\frac{mv^2}{2} = E_q k + E_q R \sin \alpha + mgk - mgR + mgR \cos \alpha$$

Ищем прогн-гуга, чтобы найти минимальную

$$0 = E_q R \cos \alpha - mg R \sin \alpha$$

$$E_q R \cos \alpha = mg R \sin \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{E_q}{mg}$$



Следовательно при  $\alpha = \arctan \frac{E_q}{mg}$  будет мин.

путь. После точки C  $E_n$  будет расти  $\rightarrow E_n$  будет убывать  $\rightarrow E_n$  станет отрицательно  $\rightarrow$  пока не пойдет  $\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{10}}$

по 0 в точке H.

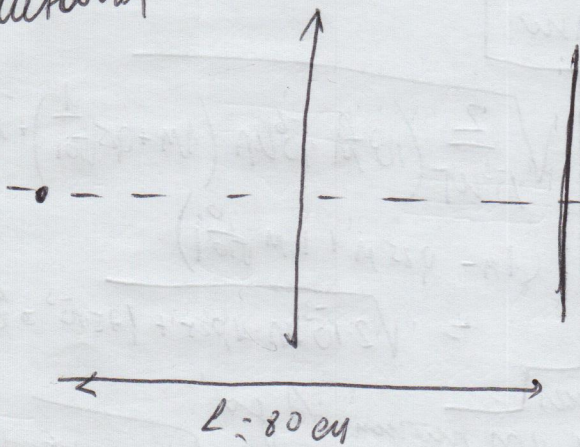
$\rightarrow$  при  $\alpha = \arctan \frac{E_q}{mg}$  будет мин X

$$\sigma = \sqrt{2m^2 \left( E_q (k + R \sin \alpha) + mgR - v + k \cos \alpha \right)}$$

не напомним значение  $\sin \alpha$  и  $\cos \alpha$

4.5.1.

Уширени



$\Gamma = 5$

$D = 1$

$D = \frac{1}{7}$



Пти лица собрании, то для лица бумажно  
2 ступи увеличен. Для коу и погнетт минимиз  
или коу сей бумажно.

Поги и погнетт на эрине, то она дейса бумажно

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \oplus f + d = 80 \text{ см}$   $4d = 80 \text{ см}$

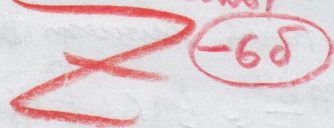
$\frac{1}{d} = 3 \quad f = 3d \oplus$   $d = 20 \text{ см}$   
 $d = 9,2 \text{ м}$

$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{3d} + \frac{1}{d} = \frac{4}{3d} \quad D = \frac{4}{3d} = \frac{4}{3 \cdot 9,2 \text{ м}} = \frac{4}{27,6} = \frac{21,2 \text{ м}}{27,6} = \frac{21,10}{6}$

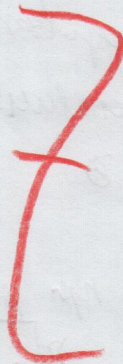
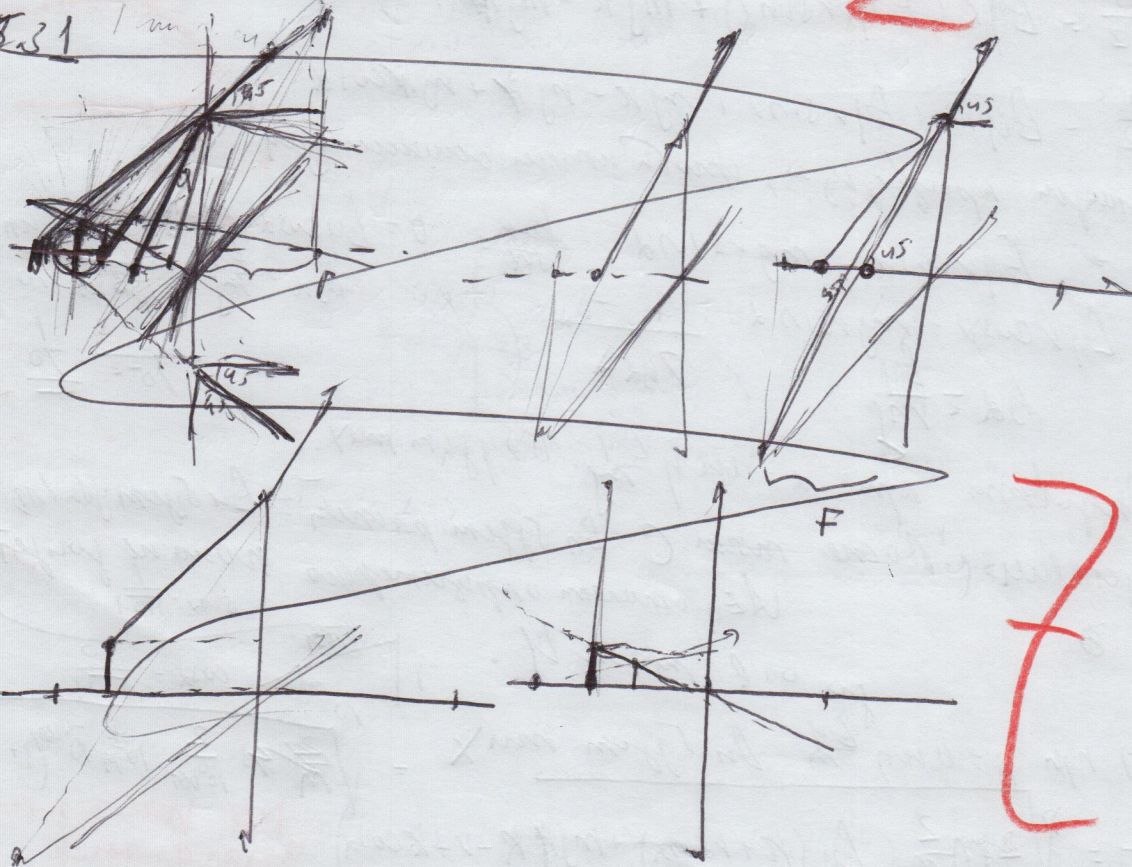
Омдем;  $\frac{20}{3} \text{ гнр} \oplus = \frac{20}{3} \text{ гнр}$

не получено выражение

для отг  
силы



5.3.1

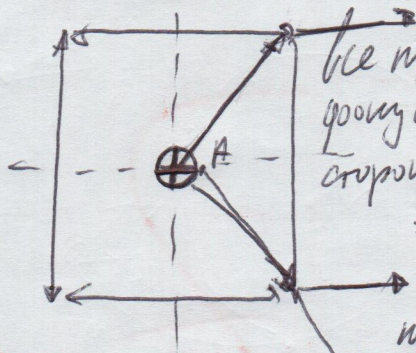


87-22-46-76  
(47.8)

5.31

$2a = 9.5 \text{ см}$

Центрик.

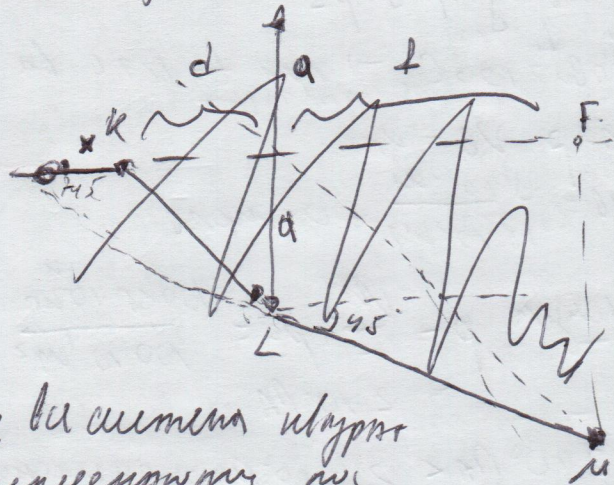
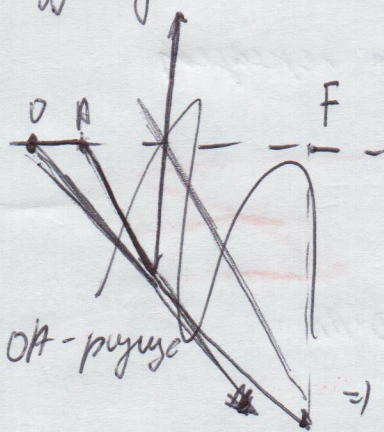


Все пути, выходящие через фокус будут идти параллельно сторонам квадрата

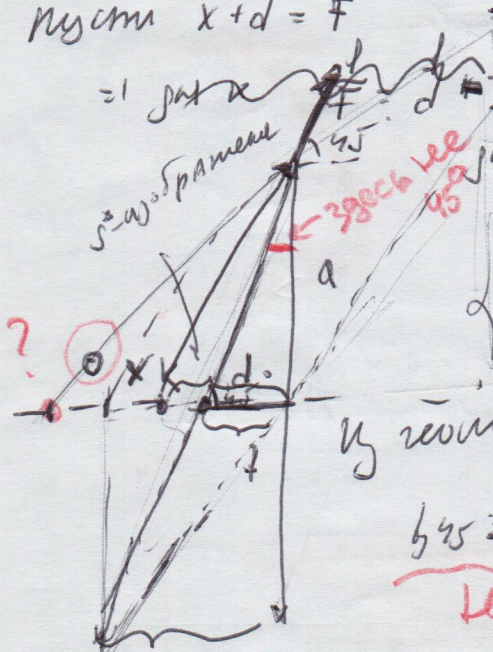
и для того, чтобы полностью

вывести полностью пути, выходящие из крайнего

положения фокуса (точка А) выходя по углам  $45^\circ$  (из-за симметрии). Рассмотрим точку внутри пути, а дальше это раскр. стороны же оставим



$\Rightarrow$  т.к. в системе координат  $\Rightarrow$  фокусом пересечения пути углов  $45^\circ \Rightarrow$  ДМ - проекция фокуса на ось абсцисс  
Пусть  $x + d = F$



$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{x}$   $\frac{1}{x+d} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x}$   
 $x+d = F$   $F = \frac{d}{2}$   $x+d = \frac{d}{2}$   
 $a = d$   $x+d = \frac{d}{2}$   $d = \frac{d}{2} - x$

из геометрии  $b_{45} = a$   $a = d$   
 $\frac{2}{a} = \frac{1}{\frac{d}{2} - x} + \frac{1}{a}$   
 $\frac{1}{a} = \frac{1}{\frac{d}{2} - x}$   
 $\frac{1}{a} - x = a$   $x = \frac{-a}{2}$  верно!  
 $a = \frac{d}{2}$   $R = \frac{d}{2}$

$\Rightarrow$  следовательно все по моему, но точка К шло бы не вправо  $R = \frac{d}{2}$

2.91 Ушковик

Дано

$S = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

$M = 100 \text{ кг}$

$m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

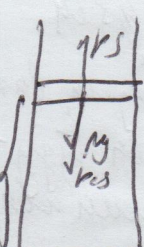
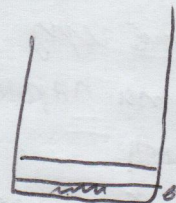
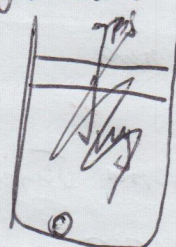
$t = 400 \text{ К}$

$p_{\text{н}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$v = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$

h - ?

Решение



После того, как вся конструкция опустится до нового равновесия =>

из 23 Ч

$Mg + p_0 S = pS$

$t_{\text{нво}} = 100 \text{ C}$ , => при  $t = 100 \text{ C}$  на богу переиздем

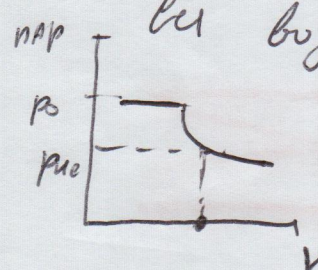
в пар  $v_0 = v_{\text{н}}$

$v_0 = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{18 \cdot 10^{-3} \text{ кг}} = 0,5 \text{ м/с}$

=> найдем  $p = \frac{Mg}{S} + p_0 = \frac{100 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} + 10^5 \text{ Па} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$

=>  $2 \cdot 10^5 \text{ Па} < 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$  => пар вытесняется =>

всего богу допущена шариком => только из



Изотерм при  $h = h$   
=> из графике измеренных  
инструментов

$pV = \nu RT$   $p \cdot Sh = \nu RT$

$h = \frac{\nu RT}{pSh} = \frac{0,5 \text{ м/с} \cdot 0,018 \text{ кг} \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot 400 \text{ К}}{2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = \frac{0,5 \cdot 0,4 \cdot 8,31}{2 \cdot 100} = \frac{5 \cdot 0,4 \cdot 8,31}{100} = \frac{8,31}{125} = 0,83$

U лев. 0,83 м.

1.2-1

$L = 200 \mu\text{H}$

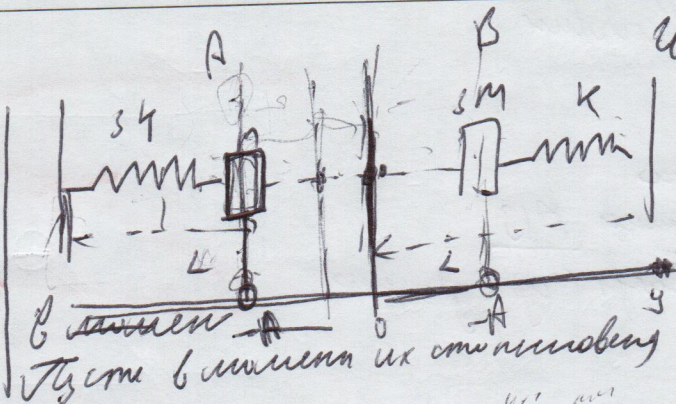
$l = 400 \text{ cm}$

$3k, \text{ m}$

$k, 5 \text{ m}$

$U_A = 10 \text{ cm}$

CA-



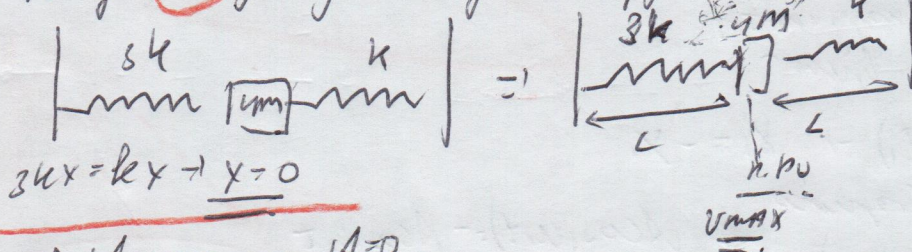
Шварцшиль

$U_m = U_1 \quad U_m = U_{3m}$   
 и они совпадают, т.е.  
 $\Rightarrow \sqrt{m}U_1 + \sqrt{3m}U_2 = 4mU_1$

$\frac{mU_1^2}{2} + \frac{3mU_2^2}{2} = 4mU_1^2$

перенесем  
 правую  
 часть  
 влево  
 и  
 вынесем  
 общий  
 множитель

Найти **н.р.** у нас же совпадающая фаза



$3kx = kx \rightarrow x = 0$

$\Rightarrow$  А индуктив, тогда  $U_A = 0$

$\Rightarrow$  ?

$x = A \sin(\omega t + \varphi)$  с учетом  $t = -\frac{1}{\omega} \left[ \frac{x}{A} \right]$  При  $x = 0$  получим  $\sin(\omega t + \varphi) = 0$

$0 = A \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow \sin(\omega t + \varphi) = 0$

не нужно

Для последовательного соед.  
 индуктив  $k_{\text{св}} = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} = \frac{5 \text{ m} \cdot k}{5 \text{ m} + k} = \frac{5k}{5+k}$   
 $\omega_{\text{св}} = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} = \frac{3 \text{ m} \cdot m}{3 \text{ m} + m} = \frac{3m}{3+m}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{k_{\text{св}}}}$   
 $\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{200 \mu\text{H}}{\frac{5k}{5+k}}}$   
 $= 2\pi \sqrt{\frac{200 \mu\text{H} \cdot (5+k)}{5k}}$

$\rightarrow$  та половина резистивная уже ушла  
 индуктив между  $l$  и  $3k$ , то  $U =$  разность  
 от сигнала на втором сопротивлении индуктив

$\rightarrow$  для левой индуктив

$x_1 = A_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{3k}}$   
 $\omega^2 = \frac{3k}{m}$

(когда половина  
 про-А индуктив в вост  
 от индуктив и индуктив)  
 $v_0 = 0 \Rightarrow x_2 = A_2 = x_1 = -A$

Для правой индуктив

$x_2 = A_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{k}}$   
 $\omega^2 = \frac{k}{3m}$   
 $\varphi_1 = \varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$   
 $A_1 = A_2 = A_0 = 10 \text{ cm}$

$x_1 = A_0 \sin\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot t\right)$

$x_2 = A_0 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot t\right)$

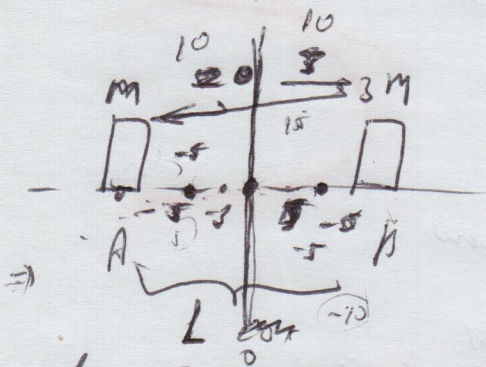
в индуктив уже совпадают фаза  
 $\Rightarrow$  складывать по оси  $y$   
 $\Rightarrow \frac{1}{2} A_0 \sin(\omega t) + \frac{1}{2} A_0 \sin(\omega t)$



$x_1 = -A \cos(\omega_1 t)$  Числовая

$x_2 = -A \cos(\omega_2 t)$

Круговые скорости так же  
 тангенциальны к радиусу  $AB$ ,  
 радиус выводит из центра (у - j и др.  
 условия)



⇒ Граничные координаты  
 -10 м и 10 м время t.

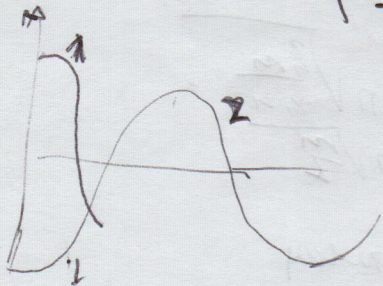
$x_1 = -A \cos(\omega_1 t) \Rightarrow x_1 = -x_2$

в координатах времени

$x_1' = A \sin(\omega_1 t)$

$x_1'' = L - (-A \cos(\omega_1 t))$

$x_1''' = -A \cos(\omega_1 t) + \frac{L}{2}$



⇒ ветви в любое направление

$x_1 = -A_0 \cos(\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{1}{2} n \cdot \sqrt{\frac{m}{k}})$

$x_1 = -A_0 \cos(\frac{3n}{2}) = -A_0$

они столько  
 в каком  
 направлении

⇒ Шипы и волны - расу ⇒  $v_1 = \sqrt{\frac{3kx}{m}}$

⇒ То же у 3СД.  $x = 10 \text{ м}$   
 $\frac{3kx}{2} = \frac{mv^2}{2}$   $\frac{kx}{2} = \frac{3mv^2}{2}$

$v_2 = \sqrt{\frac{kx}{5m}}$

⇒ скорость движения шаров и др.

Верно, но  
 выведено  
 не по формуле

Задача

Используя

$$3m \sqrt{\frac{34x}{m}} + 3m \sqrt{\frac{4x}{5m}} = 4m \cdot v$$

$$m \cdot \sqrt{\frac{34x}{m}} + m \sqrt{\frac{34x^2}{m}} = 4m v$$

$$v = \frac{2 \sqrt{\frac{34x}{m}}}{4} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{34x^2}{m}}$$

Для данной функции эквивалентно

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

$$\varphi = 0 \quad \text{и} \quad x = A$$

$$v = A \omega \cos \omega t$$

$$v = A \omega \Rightarrow A = \frac{v}{\omega} = v \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{34x}{m}} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} =$$

$$\text{Получим } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (\text{из уравнения}) \quad = \frac{1}{2} \sqrt{34x} =$$

$$\text{где } x = 10 \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } 8,5 \text{ см}$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{34x} =$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{34 \cdot 10} =$$

$$= 17,5 \text{ см} =$$

$$= 8,5 \text{ см}$$