+18
+17

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

126259

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Парамонов Кирилл Алексеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, лицей 1580

Регистрационный номер ШМ 4757

Вариант задания 25

Дата проведения "26" февраля 20 17 г.

Подпись участника Парамонов

87 (восемьдесят семь)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

126259

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	8	10	~~10~~	8	10	10	8	6	9	87
			10							

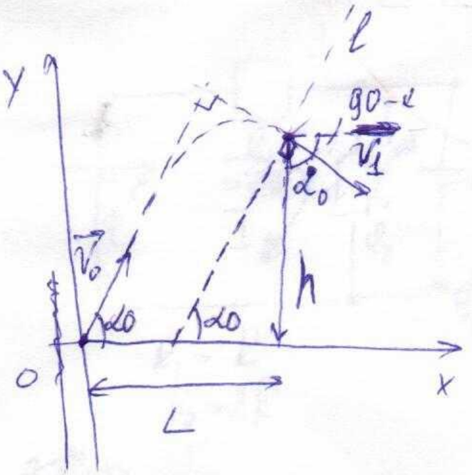
Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 25

№1

Дано:
$\tau = 1c$
$\alpha = 90^0$

S



проведем $l \parallel \vec{V_0}$

Ур-е движения:

$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{V_0} t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$

$OY: h = V_0 \sin\alpha_0 \tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$OX: L = V_0 \cos\alpha_0 \tau$

$OY: -V_1 \sin(90-\alpha_0) = V_0 \sin\alpha_0 - g\tau$

$OX: V_0 \cos\alpha_0 = V_1 \cos(90-\alpha_0)$

$V_1 \cos\alpha_0 + V_0 \sin\alpha_0 = g\tau$ $\quad \frac{V_0 \cos^2\alpha_0}{\sin\alpha_0} + V_0 \sin\alpha_0 = g\tau;\ \frac{V_0}{\sin\alpha_0} = g\tau \Rightarrow V_0 = g\tau \sin$

$V_0 \cos\alpha_0 = V_1 \sin\alpha_0$

$S = \sqrt{L^2 + h^2} = \sqrt{V_0^2 \sin^2\alpha_0 \tau^2 - V_0 \sin\alpha_0 \tau^3 g + \frac{g^2\tau^4}{4} + V_0^2 \cos^2\alpha_0 \tau^2}$

$= \sqrt{V_0^2\tau^2 - V_0 \sin\alpha_0 \tau^3 g + \frac{g^2\tau^4}{4}} = \sqrt{g^2 \tau^4 \sin^2\alpha_0 - g^2\tau^4 \sin^2\alpha_0 + \frac{g^2\tau^4}{4}}$

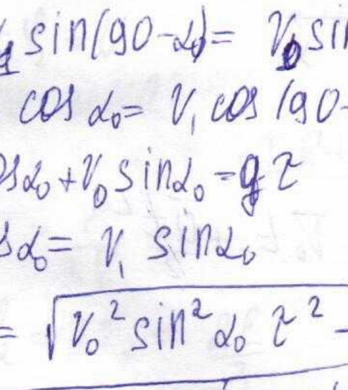
$= \frac{g\tau^2}{2} = \frac{9{,}87 \cdot 1}{2} = 5\,м$

ответ: $\frac{g\tau^2}{2} = 5\,м$

№2

Дано:
$S_1; S_2; L; \rho$

T



II з-он Ньютона

на верхн. OY: $p_1 S_1 - (p_0 S_1 + T) = 0$

на нижн. OY: $p_0 S_2 + T - F_1 = 0$

где $F_1 = \rho g L S_2 + p_1 S_2$

$p_1 S_1 = p_0 S_1 + T$

$p_0 S_2 + T = \rho g L S_2 + p_1 S$

$p_0 S_1 + T = p_1 S_1$

$\cancel{p_0 S_2 \rho g L + p}$

$p_0 S_2 + T = \rho L g S_2 + p_1 S_2$

$$p_0(S_1 - S_2) = p_1(S_1 - S_2) - \rho g L S_2$$

$$p_1 = \frac{p_0(S_1 - S_2) + \rho g L S_2}{S_1 - S_2} = p_0 + \frac{\rho g L S_2}{S_1 - S_2}$$

$$T = p_1 S_1 - p_0 S_1 = (p_1 - p_0) S_1 = \left(p_0 + \frac{\rho g L S_2}{S_1 - S_2} - p_0\right) S_1 =$$

$$= \frac{\rho g L S_2 S_1}{S_1 - S_2}$$

2

Ответ: $\frac{\rho g L S_2 S_1}{S_1 - S_2}$

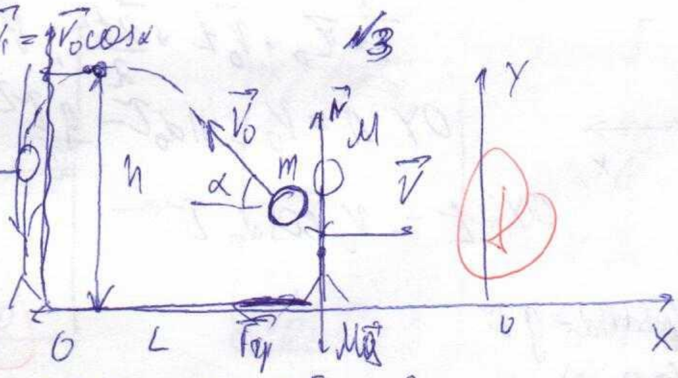
+

Дано:

L, M, m, h, μ

S

№3



1

ЗСИ: т.к. $\sum F_{внеш} = 0$

$(m+M)\cdot 0 = MV - mV_0\cos\alpha$

Ур-ие движения: $\vec{r} = \vec{r_0} + \vec{V_0} t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$

OX: $V_0 \cos\alpha\, t = L$

$\cancel{OY: h = 0 + V_0 \sin\alpha\, t - \frac{g t^2}{2}}$

OY: $0 = V_0 \sin\alpha\, t - \frac{g t^2}{2}$ $\quad V_0 \sin\alpha = \frac{g t}{2}$

ЗСЭ: т.к. система консервативна

$\frac{m V_0^2}{2} = mgh + \frac{m V_1^2}{2}$

$V_0^2 = 2gh + V_1^2$

$V_0^2 = 2gh + V_0^2 \cos^2\alpha$

$V_0 \sin\alpha = \sqrt{2gh}$

$\frac{g t}{2} = V_0 \sin\alpha = \sqrt{2gh} \Rightarrow t = \frac{2}{g}\sqrt{2gh}$

$L = V_0 \cos\alpha\, t = \frac{2 V_0 \cos\alpha}{g}\sqrt{2gh} \Rightarrow V_0 \cos\alpha = \frac{gL}{2\sqrt{2gh}} = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{g}{2h}}$

$MV = mV_0 \cos\alpha$

$V = \frac{m}{M} \frac{L}{2} \sqrt{\frac{g}{2h}}$

З. Ч. Э.:

$A_{Fтр} = \Delta W$

$A_{Fтр} = F_{тр} \cdot S \cdot \cos 180 = -F_{тр} S$

$\Delta W = 0 - \frac{MV^2}{2}$

II з-он Ньютона: $\vec{N} + M\vec{g} + \vec{F_{тр}} = m\vec{0}$

$OY: N = Mg$

по з-ону Амонтона-Кулона:

$F_{тр} = \mu N = \mu Mg$

$A_{Fтр} = \Delta W$

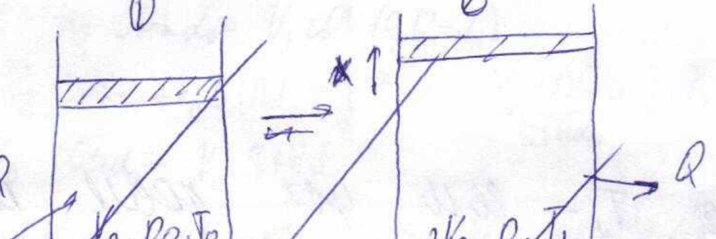
$-\mu M g S = -\frac{MV^2}{2}$

$\mu g S = \frac{V^2}{2}$

$S = \frac{V^2}{2\mu g} = \frac{m^2 L^2 g}{M^2 \cdot 4 \cdot 2h} \cdot \frac{1}{2\mu g} = \frac{m^2 L^2}{16 M^2 h \mu}$

Ответ: $S = \frac{m^2 L^2}{16 M^2 h \mu}$

№5



З. Т. Д.:

$Q = \Delta U + A_г$

$Q = \Delta U - A_{внешн. сил}$

①: $Q = \Delta U_1 - A_{Fтр}$

②: $Q = \Delta U_2$

$A_{Fтр} = -A_г$

$A_г = +p\Delta V = +p_0 V_0$

$A_{Fтр} = -p_0 V_0$

T_2 — температура, при максим. поршне

$\Delta U_1 = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_0)$, где

$\Delta U_2 = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1)$

①-②: $0 = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_0 - T_1 + T_0) - A_{Fтр}$

$A_{Fтр} = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1)$

ур-ие Менделеево-Клапейрона

$p_0 V_0 = \nu R T_1$

$p_1 2V_0 = \nu R T_2$

$A_{Fтр} = \frac{i}{2}(p_1 2V_0 - p_0 V_0)$

$-p_0 V_0 = 3\frac{i}{2} p_1 V_0 - \frac{i}{2} p_0 V_0$

$\frac{5}{2} p_0 = 3 p_1$

$-p_0 = \frac{3i}{2} p_1 - \frac{i}{2} p_0$

$(\frac{i}{2} - 1) p_0 = \frac{3i}{2} p_1$

$\frac{i-2}{2} p_0 = 3i$

$-p_0 V_0 = i p_1 V_0 - \frac{i}{2} p_0 V_0$

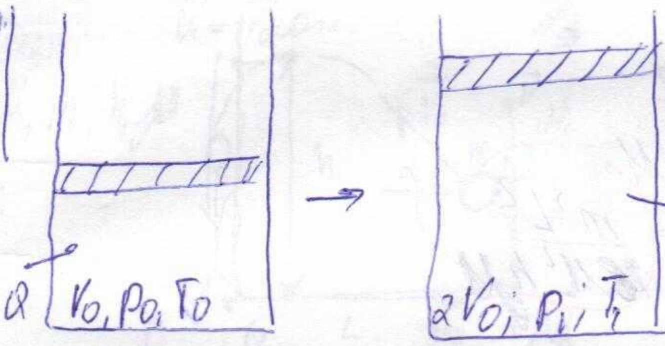
$(\frac{i}{2} - 1) p_0 = i p_1$

$\frac{i-2}{2} p_0 = i p_1$

$\frac{p_0}{p_1} = \frac{2i}{i-2} = \frac{2 \cdot 3}{3-1} = 6$

Дано: $i = 3$

$\frac{p_1}{p_0}$



I з-он термодинамики

~~$Q = \Delta U + A_Г$~~

$Q = \Delta U_1 + A_Г$

$A_Г = -A_{вн. сил} = -A_{сил тр.}$

$A_Г = p_0 \Delta V = p_0(2V_0 - V_0) = p_0 V_0$

1) $\Delta U_1 = Q + |A_{Fтр}| = Q + p_0 V_0$

2) $\Delta U_2 = -Q$

$\Delta U_1 = \frac{i}{2} \nu R(T_2 - T_0)$

$\Delta U_2 = \frac{i}{2} \nu R(T_1 - T_2)$

где T_2 – тем уст. полн. напр.

1)+2): $\Delta U_1 + \Delta U_2 = p_0 V_0$

$\frac{i}{2} \nu R(T_2 - T_0 + T_1 - T_2) = p_0 V_0$

$\frac{i}{2} \nu R(T_1 - T_0) = p_0 V_0$

З-он Менд.-Клапейрона

$p_0 V_0 = \nu R T_0$

$p_1 2V_0 = \nu R T_1$ } $p_1 2V_0 - p_0 V_0 = \nu R(T_1 - T_0)$

$\frac{i}{2}(p_1 2V_0 - p_0 V_0) = p_0 V_0$

$i p_1 V_0 - \frac{i}{2} p_0 V_0 = p_0 V_0$

$i p_1 = \frac{i+2}{2} p_0$

$\frac{p_1}{p_0} = \frac{i+2}{2i} = \frac{5}{6}$

Ответ: $\frac{i+2}{2i} = \frac{5}{6}$

P

0,25

$\frac{P_1}{P_2} = 6$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

126259

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр ____________________

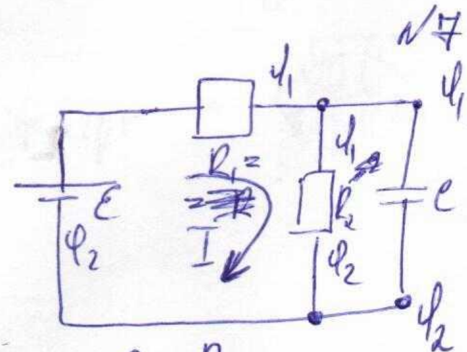
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

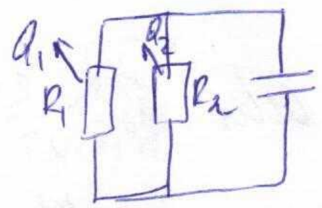
Вариант №25

№7

Дано:
$C, R; \varepsilon$

Q_2





$R_1 = R$
$R_2 = 2R$

$\varphi_1 - \varphi_2 = U$

З-он Ома:

$\varepsilon = IR_1 + IR_2 = IR + 2IR = 3IR$

$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{3R}$

$\varphi_1 - \varphi_2 = IR_2 = \frac{2\varepsilon}{3}$

где пояснения?

$U = \frac{2\varepsilon}{3}$

ЗСЭ:

$\frac{CU^2}{2} = Q_0$, где Q_0 – теплота, выделившаяся на резисторах

$Q_0 = Q_1 + Q_2$

$Q_1 = \frac{U_1^2}{R_1}\Delta t$ где U_1 – напряжение на R_1; R_2 после

$Q_2 = \frac{U_1^2}{R_2}\Delta t$

$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow Q_1 = \frac{R_2}{R_1} Q_2$? +

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{R_2}{R_1}Q_2 + Q_2$$

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{Q_2(R_2+R_1)}{R_1}$$

$$\frac{C4E^2}{9\cdot 2} = \frac{Q_2(R_2+R_1)}{R_1}$$

$$\frac{4CE^2}{18} = \frac{Q_2(2R+R)}{R}$$

1

$$\frac{2CE^2}{9} = Q_2\, 3$$

$$Q_2 = \frac{2}{27}CE^2$$

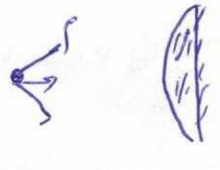
1

Ответ: $Q_2 = \frac{2}{27}CE^2$

№8.

Дано:
$R = 50$ см
$D = 1$ д

D_0



$D_0 = D + D + D_1$

где D_1 — оптическая сила зеркала

$D_1 = 0$ где обозн. ваше?

0,75

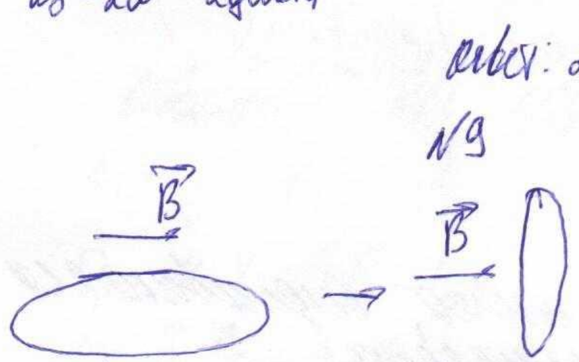
$D_0 = 2D = 2$ диоптр.

Ответ: $2D = 2$ диоптр.

№9

Дано:
R, L, A

B



$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BS\cos 0 - BS\cos 90}{\Delta t} = \frac{BS}{\Delta t}$

$\Delta\Phi = \Phi_k - \Phi_0 = BS\cos 0 - BS\cos 90 = B\cancel{S} \cdot \pi R^2$

$\varepsilon_i = L\dfrac{dI}{dt} = \dfrac{LI}{\Delta t}$

ГДЕ физика?

$\varepsilon_i = \left|-\dfrac{d\Phi}{dt}\right| = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{B\cancel{S}\pi R^2}{\Delta t}$

0,5
1

$\dfrac{LI}{\cancel{\Delta t}} = \dfrac{B\cancel{S}\pi R^2}{\cancel{\Delta t}}$

$I = \dfrac{B\cancel{S}\pi R^2}{L}$

$\cancel{A = I\Delta\Phi = \dfrac{B\pi R^2}{L}\cdot B\pi R^2 = \dfrac{B^2\pi^2R^4}{L}}$ $A = \dfrac{LI^2}{2} = \dfrac{B^2\pi^2R^4}{2L}$

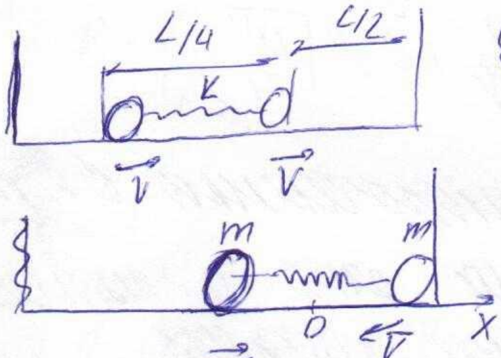
$\Rightarrow B = \sqrt{\dfrac{2AL}{\cancel{S}\pi^2R^4}} = \dfrac{\sqrt{2AL}}{\cancel{S}\pi R^2}$

Ответ: $B = \dfrac{\sqrt{2AL}}{\pi R^2}$

№10

Дано: m, V, L

T



t_1 – время до которое шарик дойдет до стены

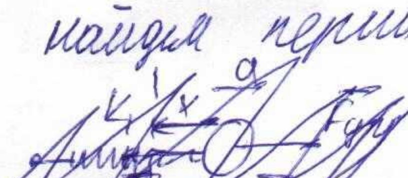
$t_1 = \dfrac{L}{2V}$

$V_{ц.м} = \dfrac{V_1 m_1 + V_2 m}{m_1 + m_1}$

OX: $V_{ц.м} = \dfrac{mV - mV}{2m} = 0$, перейдем в с.о. ц.м., тогда т.к. $V_{ц.м}$ ...

то шарики колеблются относительно ц.м.

найдем период колебаний



II з-он Ньютона:

$\vec{F}_{упр} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$

OX: $F_{упр} = ma$

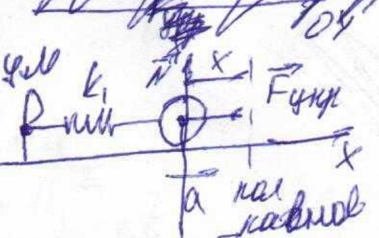
$kx = -m\ddot{x}$

$kx + m\ddot{x} = 0$

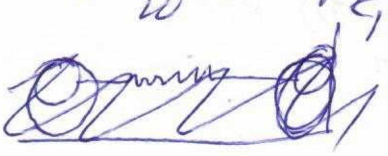
$\ddot{x} + \dfrac{k}{m}x = 0$

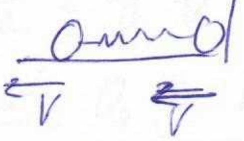
$\omega^2 = \dfrac{k}{m}$; $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$

$T_0 = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1}}$



тогда через $\dfrac{T_0}{2}$, т.е.





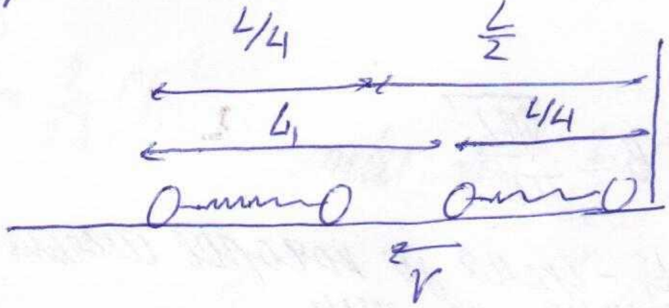
скорости шариков будут равны v и направлены против оси Ox

Затем система дойдет до противоположной стены и все повторится

~~T = T =~~

~~время t_1 — время за кот~~

время t_2 — время за которое система вернется в первоначальное положение.

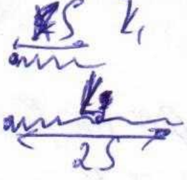


$L_1 = \frac{L}{4} + \frac{L}{2} - \frac{L}{4} = \frac{L}{2}$

$t_2 = \frac{L}{2v}$

$T_1 = \cancel{2}(t_1 + t_2 + \frac{T_2}{2}) = \cancel{2}(\frac{L}{2v} + \frac{L}{2v} + \cancel{2}\pi\sqrt{\frac{m}{k_1}})$

найдем k_1 (у пружины, укороченной в 2 раза)



т.к. пружина одна и та же, то σ — одно, σ — мех. напряжение

$\sigma = \frac{F\ell}{S\ell}$

~~сожмем~~ сожмём обе пружины на x

$\varepsilon_1 = \frac{x}{S}$ $\varepsilon_2 = \frac{x}{2S}$

$F_1 = k_1 x$ $F_2 = k_2 x$

$\sigma = \frac{F_1 \cancel{\ell}}{S_0 \varepsilon_1} = \frac{F_2 \cancel{\ell}}{\varepsilon_2 S_0}$; ~~$\frac{k_1 x}{S} = \frac{k_2 x}{2S}$~~

$\frac{k_1 x S}{x} = \frac{k_2 x 2S}{x}$

$k_1 = 2k_2$

т.е. $k_2 = k$, то $k_1 = 2k$

$T_1 = \frac{\cancel{2}L}{v} + \cancel{2}\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

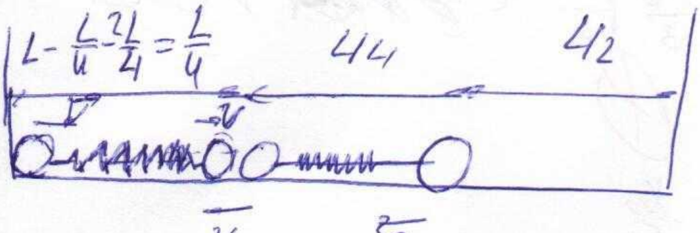
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 126259

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 25

№7 (продолжение)



$$t_3 = \frac{L}{4v} + \frac{L}{4v} = \frac{2L}{4v} = \frac{L}{2v}$$

$$T = T_1 + t_3 + \frac{T_0}{2} = \frac{2L}{v} + \pi k\sqrt{\frac{m}{2k}} + \frac{L}{v} + \pi\sqrt{\frac{m}{2k}} =$$

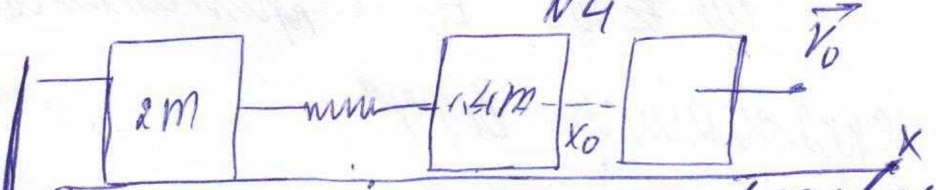
$$= \frac{3L}{v} + 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$$

Ответ: $T = \frac{3L}{v} + 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$

№4

Дано: k, x_0, m

$v_{ц.м}$?



З.С.Э.: т.к. система консервативна

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{4mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = \frac{kx_0^2}{4m};\ v_0 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{kx_0^2}{m}}$$

после система колеблется, одно ц.м. найдем скорость ц.м.

$$Ox: \frac{v_0 4m + 0}{6m} = v_{ц.м}$$

$$v_{ц.м} = \frac{2}{3}v_0$$

перейдем в с.о. связанную с цент. масс

~~у левого~~ у левого в положении равновесия:

$V_л = 0 - V_{ц.м} = -V_{ц.м} = \frac{2}{3}V_0$

у правого в полож. равнов:

$V_п = V - V_{ц.м} = \frac{1}{3}V_0$

З.С.Э. (т.к. сист. консерв.) +

1

$$\frac{kx_{min}^2}{2} = \frac{2mV_л^2}{2} + \frac{4mV_п^2}{2}$$

$$kx_{min}^2 = 2m\frac{4}{9}V_0^2 + \frac{4mV_0^2}{9}$$

$$kx_{min}^2 = \frac{8mV_0^2}{9} + \frac{4mV_0^2}{9}$$

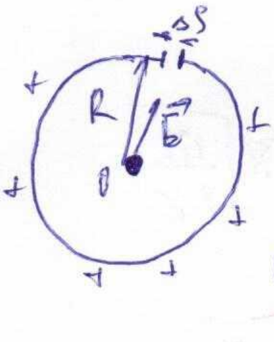
$$kx_{min}^2 = \frac{12mV_0^2}{9}, \quad x_{min} = \frac{V_0}{3}\sqrt{\frac{12m}{k}} = \frac{2V_0}{3}\sqrt{\frac{3m}{k}} = \sqrt{\frac{3m}{k}} \; [illegible]$$

$$= \frac{2}{3}\sqrt{\frac{3m}{k}} \cdot \frac{1}{2}\sqrt{\frac{kV_0^2}{m}} = \frac{1}{3}\sqrt{3x_0^2} = \frac{x_0}{\sqrt{3}}$$ +

ответ: $\frac{x_0}{\sqrt{3}}$

№6

$R, Q, \Delta S$
E



тогда, ~~если~~ напряженность в центре будет равна $E = E_0 - E_1$ +

где ~~E~~ где E_0 – напряженность сферы без выреза, E_1 – напряженность выреза

$E = -E_1$

для опред. пусть $Q > 0$

$E = |E_1|$, т.к. ΔS – мала по сравнению со всей сферой, то можно считать зарядом этот вырез.

$$E_1 = \frac{kq_1}{R^2}$$ +

~~где~~ $\sigma = \frac{Q}{S_0} = \frac{Q}{4\pi R^2}$

$$\sigma = \frac{q_1}{\Delta S}$$

$$\frac{Q}{4\pi R^2} = \frac{q_1}{\Delta S}$$

$$\Rightarrow q_1 = \frac{Q\Delta S}{4\pi R^2}$$

1

$$E_1 = \frac{k\, Q\Delta S}{4\pi R^2 \cdot R^2} = \frac{Q\Delta S}{16\pi^2 \varepsilon_0 R^4}$$

Ответ: $E_1 = \frac{Q\Delta S}{16\pi^2 \varepsilon_0 R^4}$