

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана



119451

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Алиб Рахмат Каримович Алиев

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, № 1580

Регистрационный номер ШМ 4073

Вариант задания 3

Дата проведения " 19 " апреля 20 17 г.

Подпись участника



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,75	1	0,5	1	/	/	/	/	1	1	
6	8	8	10	/	/	/	/	12	12	56

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

№ 10

Дано:

C, L, B
 m, v

По 2 закону Ньютона

$$ma = mg \sin \alpha - \mathcal{E} B v$$

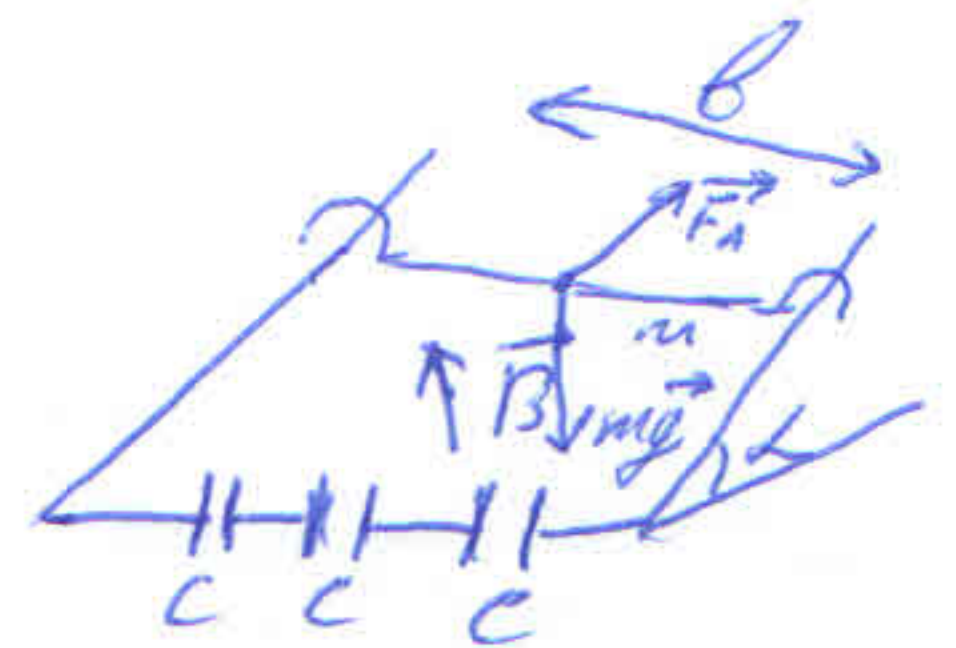
$a = ?$

по определению силы тока

$$\mathcal{E} = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C_{\text{бат}} \cdot U)}{dt}$$

$$\frac{1}{C_{\text{бат}}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C}$$

$$C_{\text{бат}} = \frac{C}{3}$$



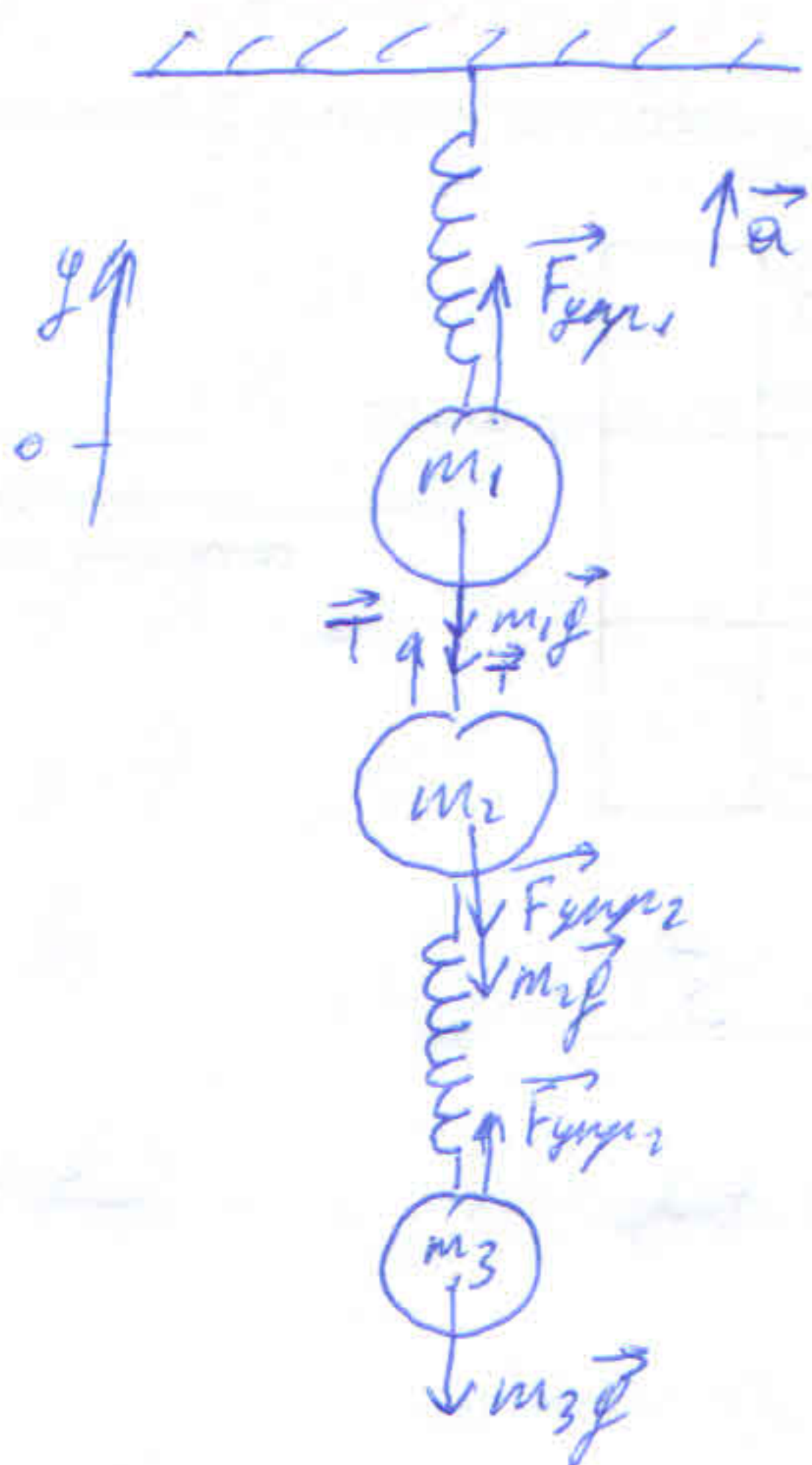
При движении перемычки происходит изменение магнитного потока, поэтому возникает ЭДС самоиндукции. Движение перемычки равноускоренно поэтому значение ЭДС (на конденсатор) увеличивается. Поэтому несмотря на разрыв цепи в контуре будет существовать ток зарядки конденсатора. Этот ток будет привносить возмущающие силы. Аппарат термостатический. Значение ЭДС напором использовать закон Фарадея

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \mathcal{E} B v \Rightarrow a = \frac{mg \sin \alpha}{m + \frac{C B^2 v^2}{3}} = \frac{mg \sin \alpha}{\frac{3m + C B^2 v^2}{3}} = \frac{3mg \sin \alpha}{3m + C B^2 v^2}$$

Ответ: значение $a = \frac{3mg \sin \alpha}{3m + C B^2 v^2}$

Дано:
 $m_1 = 2 \text{ кг}$
 $m_2 = 5 \text{ кг}$
 $m_3 = 1 \text{ кг}$

 $T = ?$
 $a = ?$



1) Мысленно представим что на нити находится фиксированное количество груза что и нити прикреплены грузы массами m_2 и m_3 . Его показание будет $T = g(m_2 + m_3) =$

$$= 9,87 \text{ м/с}^2 (5 \text{ кг} + 1 \text{ кг}) = 59 \text{ Н}$$

2) В момент претягивания нити на верхний шар действует только 2 силы: $F_{упр1}$ и $m_1 g$ которые и сообщают шару ускорение по 2 закону Ньютона

$$m_1 a = m_1 g + F_{упр1}$$

$$F_{упр1} = g(m_1 + m_2 + m_3)$$

2 закон Ньютона в проекции по Oy

$$m_1 a = F_{упр1} - m_1 g$$

$$m_1 a = g(m_1 + m_2 + m_3) - m_1 g$$

$$a = \frac{g(m_1 + m_2 + m_3)}{m_1} - g =$$

$$= \frac{9,87 \text{ м/с}^2 (2 \text{ кг} + 5 \text{ кг} + 1 \text{ кг})}{2 \text{ кг}} - 9,87 \text{ м/с}^2 =$$

$$= 29,6 \text{ м/с}^2$$

Ответ: сила натяжения нити $T = g(m_2 + m_3) = 59 \text{ Н}$
 ускорение будет направлено вверх и равно

$$a = \frac{g(m_1 + m_2 + m_3)}{m_1} - g = 29,6 \text{ м/с}^2$$

Дано:

$$T = 6\pi \cdot 10^{-4}$$

$$I_m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$I = 3 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

q - ?

$$W = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow LC = \frac{T^2}{4\pi^2}$$

$$W = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad | : \frac{L}{2}$$

$$\frac{q^2}{LC} + I^2 = I_m^2$$

$$q^2 = (I_m^2 - I^2)LC$$

$$q = \sqrt{\frac{I_m^2 - I^2}{LC}}$$

$$q = \sqrt{\frac{(I_m^2 - I^2)4\pi^2}{T^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{(25 \cdot 10^{-6} - 9 \cdot 10^{-6}) \cdot 4\pi^2}{36\pi^2 \cdot 10^{-8}}}$$

$$= \sqrt{\frac{16 \cdot 10^{-6} \cdot 4}{36 \cdot 10^{-8}}}$$

$$= \sqrt{\frac{((5 \cdot 10^{-3} \text{ A})^2 - (3 \cdot 10^{-3} \text{ A})^2) \cdot 4\pi^2}{(6\pi \cdot 10^{-4} \text{ s})^2}}$$

$$= 13,3 \text{ нКл}$$

Ответ:

$$q^2 = \frac{(I_m^2 - I^2)T^2}{4\pi^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{(I_m^2 - I^2)T^2}{4\pi^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{((5 \cdot 10^{-3} \text{ A})^2 - (3 \cdot 10^{-3} \text{ A})^2) \cdot 36\pi^2 \cdot 10^{-8} \text{ s}^2}{4\pi^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{16 \cdot 10^{-6} \cdot 36 \cdot 10^{-8}}{4}}$$

$$= \sqrt{144 \cdot 10^{-14}}$$

$$= 12 \cdot 10^{-7} \text{ Кл} = 0,12 \text{ нКл}$$

Ответ:

$$\text{замет } q = \sqrt{\frac{(I_m^2 - I^2)T^2}{4\pi^2}} = 0,12 \text{ нКл}$$



Дано:

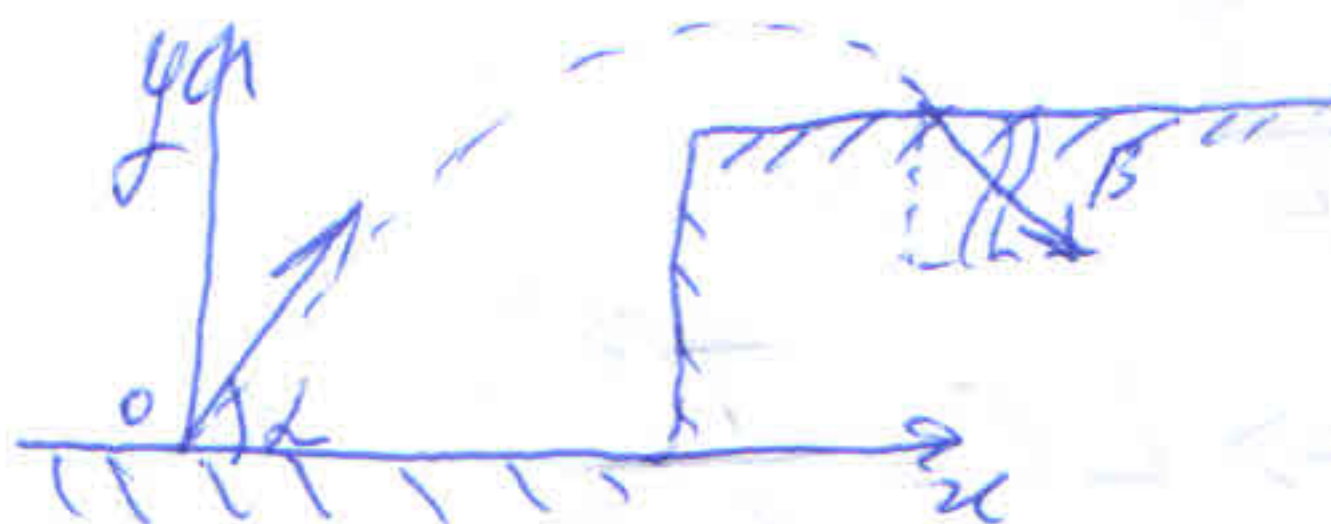
$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\beta = ?$$



$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$y(t) = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{g t^2}{2} - v_0 \sin \alpha \cdot t + h = 0$$

$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh$$

$$t_1 = \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$$

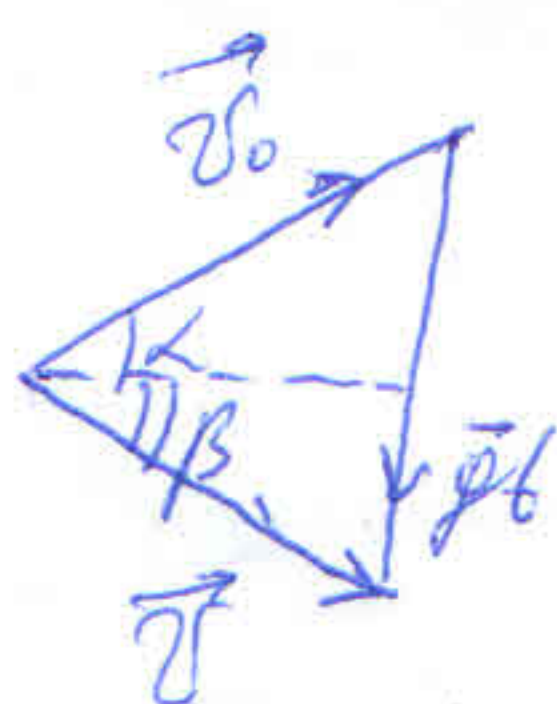
$$t_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$$

t_n (т.к. $t_1 < 0$)

$$x(t) = v_0 \cos \alpha \cdot t_n$$

$$\tan \beta = \frac{y(t)}{x(t)} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot t_n - \frac{g t_n^2}{2}}{v_0 \cos \alpha \cdot t_n} =$$

1) Кармическим преобразованием считаем:



$$2) v^2 = v_0^2 - 2gh$$

$$3) h = v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow g t^2 - 2 v_0 t \sin \alpha + 2h = 0$$

$$\Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

4) Теорема косинусов для $(90-\alpha)$

$$v^2 = p^2 + v_0^2 - 2pv_0 \cos(90-\alpha)$$

Теорема косинусов для $(90-\beta)$

$$v_0^2 = v^2 + p^2 - 2vp \cos(90-\beta)$$

Вычтем:

$$v^2 - v_0^2 = v_0^2 - v^2 - 2pv_0 \sin \alpha + 2vp \sin \beta$$

$$\text{т.к. } v^2 - v_0^2 = -2ph$$

$$2pv_0 \sin \alpha - 4ph = 2vp \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{v_0 \sin \alpha}{v} - \frac{2h}{vt} = \frac{v_0 \sin \alpha}{\sqrt{v_0^2 - 2ph}} - \frac{2ph}{\sqrt{v_0^2 - 2ph} \cdot (v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2ph})}$$

$$= \frac{20 \text{ м/с} \cdot 0.5}{\sqrt{400 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 100}} - \frac{100}{\sqrt{300} \cdot (10 + 0)} = \frac{10}{17.32} - \frac{100}{17.32 \cdot 10} = 0$$

$\beta = 90^\circ$ - не удов.

$\beta = 0^\circ$

Ответ: угол $\beta = 0^\circ = \arcsin \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{\sqrt{v_0^2 - 2ph}} - \frac{2ph}{\sqrt{v_0^2 - 2ph} \cdot (v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2ph})} \right)$

0.28

~4

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$h = 20 \text{ м}$$

$$M = 100 \text{ кг}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\Delta W = ?$$

По зак. сохр. импульсов

$$Mv = (M+m)u$$

По закону сохранения энергии

$$\Delta W = mgh + \frac{Mv^2}{2} - \frac{(M+m)u^2}{2}$$

$$u = \frac{Mv}{M+m}$$

$$\Delta W = mgh + \frac{Mv^2}{2} - \frac{(M+m)M^2v^2}{2(M+m)^2} =$$

$$= mgh + \frac{Mv^2}{2} - \frac{M^2v^2}{2(M+m)} = 2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м} +$$

$$+ \frac{100 \text{ кг} \cdot 36 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} - \frac{100 \text{ кг}^2 \cdot 36 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 120 \text{ кг}} = 400 + 180 - 150 =$$

$$= 430 \text{ Дж}$$

Аналог: закон сохранения энергии

$$\Delta W = mgh + \frac{Mv^2}{2} - \frac{M^2v^2}{2(M+m)} = 430 \text{ Дж}$$

~3

Дано:

$$L$$

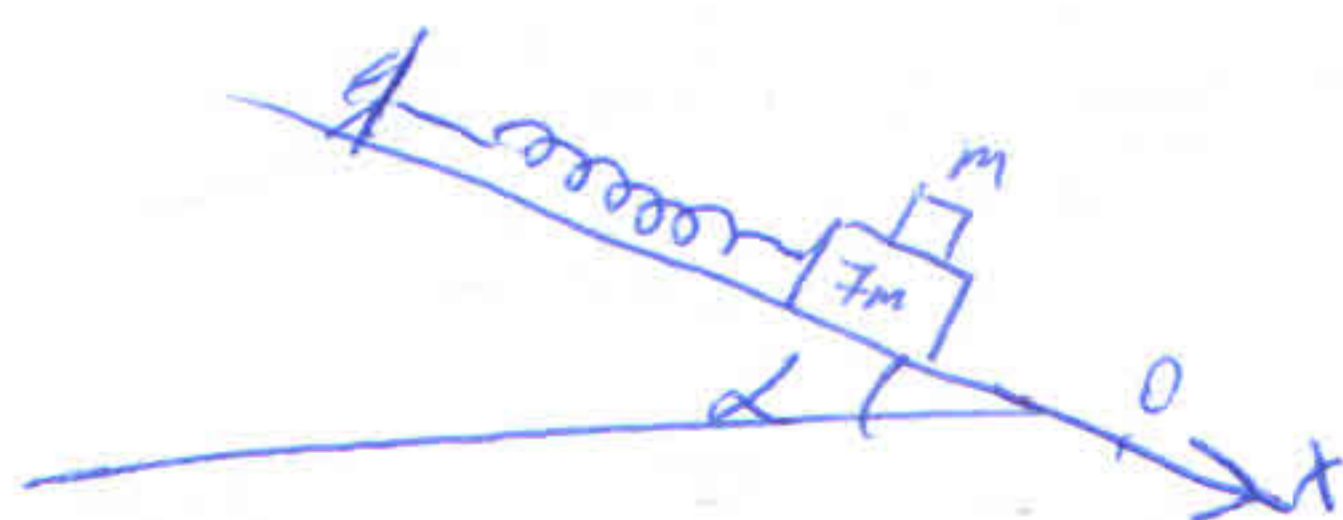
$$F_m$$

$$m$$

$$k$$

$$A$$

$$u = ?$$



$$1) x(t) = A \sin(\omega t) ; \omega = \sqrt{\frac{k}{F_m}}$$

$$x = A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{F_m}} \cdot t\right)$$

$$2) a_x = \ddot{x} ; \ddot{x} = u' = \sqrt{\frac{k}{F_m}} \cdot A \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{F_m}} \cdot t\right)$$

$$3) a_x = \frac{-k \cdot A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{F_m}} \cdot t\right)}{F_m}$$

2) zadan Harmoničan gde m

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

$$\text{OX: } F_{\text{upr}x} + mg \sin \alpha = ma_x$$

$$F_{\text{upr}x} = F_{\text{upr}x}(t) = \frac{-m \cdot k \cdot A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right)}{g_m} - mg \sin \alpha$$

$$F_{\text{upr}x} = -m \left(A \omega^2 \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right) + g \sin \alpha \right)$$

4) Ho zadatak ~~izračunati~~ kvadrat - Amplituda:

$$|N| \geq |F_{\text{upr} \cdot \text{max}}| = \frac{mk A \sin \omega t}{g_m} + mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{A k \sin \omega t}{g_m \cos \alpha} + g \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{A k \sin \left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right)}{g_m \cdot \cos \alpha} + g \sin \alpha$$

$$\text{Odg: } \mu = \frac{A k \sin \left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right)}{g_m \cos \alpha} + g \sin \alpha \quad (0.75)$$