Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

+1

119413

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Саянц Василий Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, №1411

Регистрационный номер ШМ0385

Вариант задания №1

Дата проведения "19" марта 2017г.

Подпись участника ______________

89 (восемьдесят девять)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	0,25	0,75	1	1	1	0,75	1	1	
8	8	3	8	10	10	10	8	12	12	

$\Sigma 89$

119413

Шифр ______________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

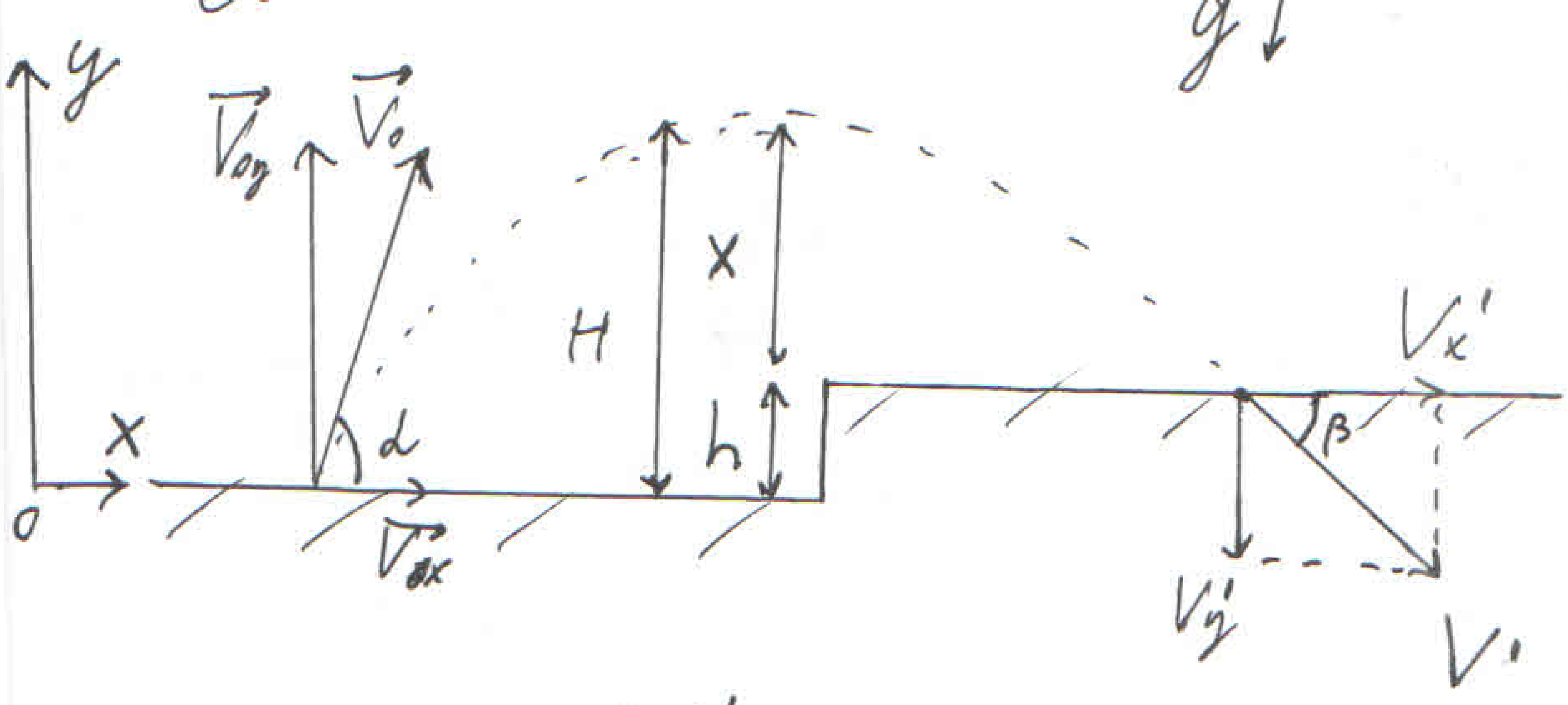
№1

Дано: $\alpha = 60^\circ$; $g = 10\, м/с^2$; $h = 2м$; $V_0 = 10\, м/с$

Найти: β - ?

Решение:

Пусть: H - максимальная высота подъёма камня; X - расстояние от максимальной точки подъёма до ступени



1) $tg\beta = \frac{V_x'}{V_y'} \Rightarrow \beta = arctg\frac{V_y'}{V_x'}$

2) Так как по оси X на камень не действуют посторонние силы, значит, что:

$V_{0x} = V_x' = V_0 \cos\alpha$

3) Из кинематики следует, что:

$\frac{V'^2 - V^2}{2a} = S_2$; где: V - скорость на max подъема точке; S_2 - перемещение после прохождения max точки по...

по оси OY: $\frac{V_y'^2 - 0}{2g} = X \Rightarrow V_y' = \sqrt{2gX}$

4) Из кинематики следует, что:

$$\frac{V_0^2 - V^2}{2a} = S_1$$; где S_1 — перемещение от начала до max точки подъёма

на ось y:

$$\frac{(V_0 \sin\alpha)^2 - 0}{2g} = H \Rightarrow H = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

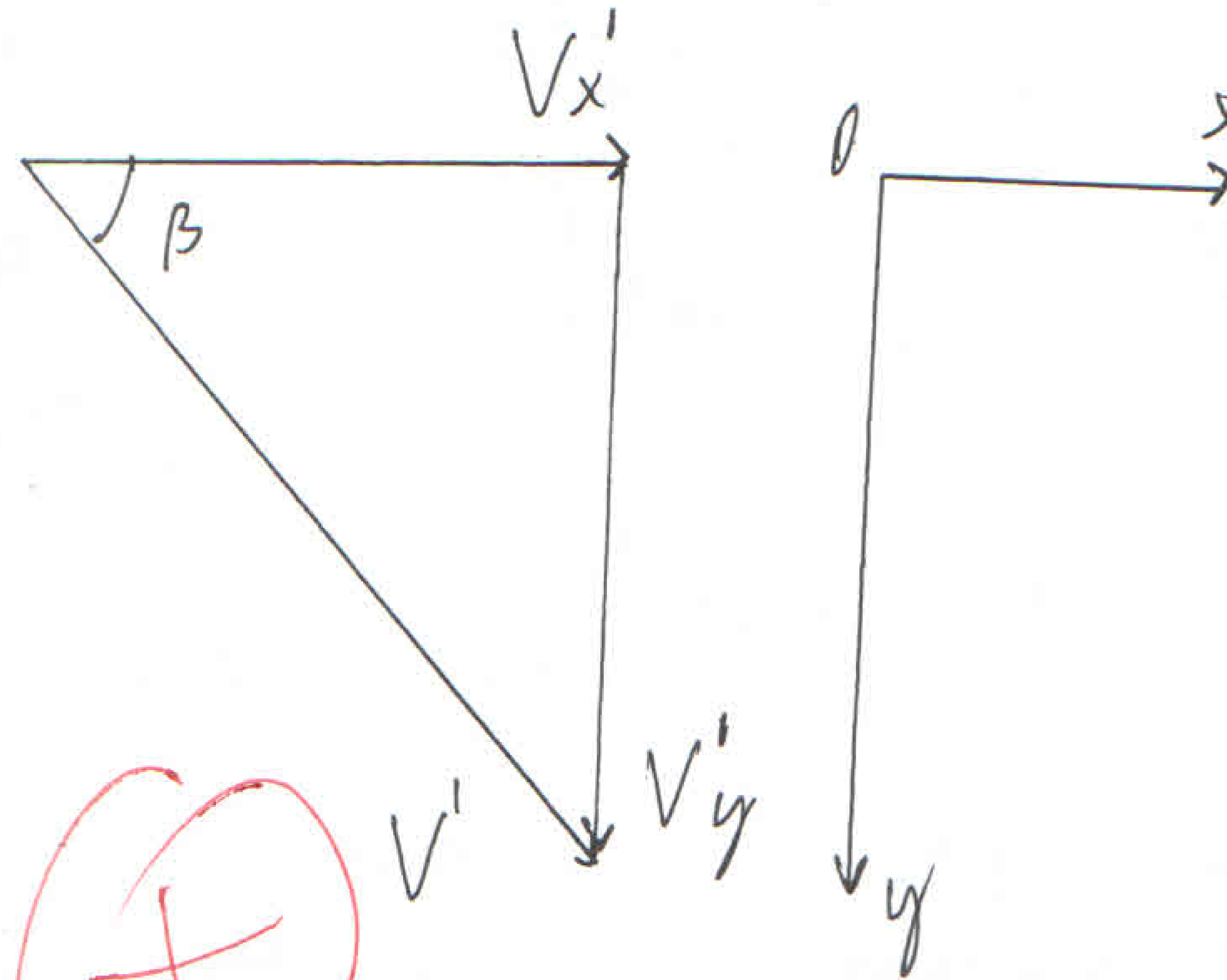
5) $V_y' = \sqrt{2gx}$; где $X = H - h$

$$\Rightarrow x = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g} - h$$

$$\Rightarrow V_y' = \sqrt{V_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}$$

6)

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{V_y'}{V_x'}$$



$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{V_0 \cos\alpha}$$

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{100 \cdot \frac{3}{4} - 2 \cdot 10 \cdot 2}}{10 \cdot \frac{1}{2}}$$

$\beta \approx 49{,}797^\circ$

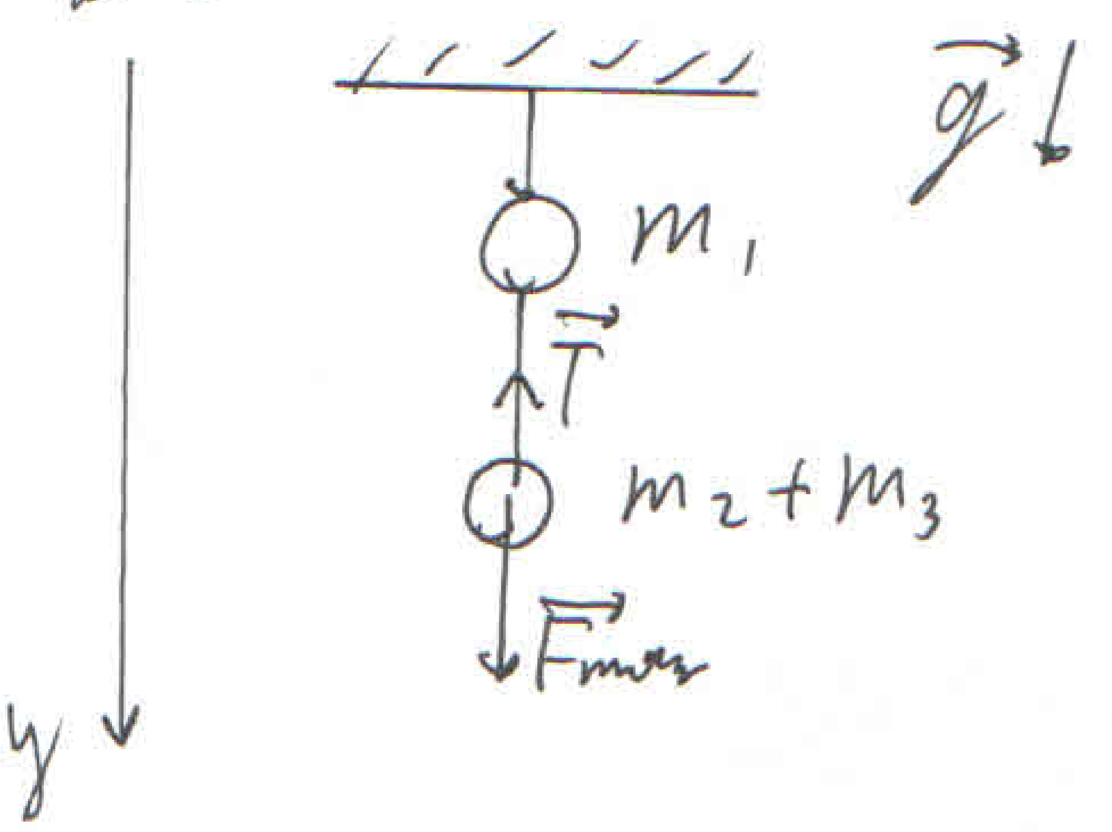
№2

Дано: $m_1 = 5$ кг; $m_2 = 1$ кг; $m_3 = 2$ кг; $g = 9{,}87$ м/с^2

Найти: T-?; A шара m_1-?

Решение:

1) Вначале грузы закреплены ~~[illegible]~~ и не колеблются.



По III з. ~~[illegible]~~ Ньютона на ось OY:

$$F_{тяж} = T$$

$$\Rightarrow T = (m_2+m_3)g = 3\cdot 9{,}87 = 29{,}61 Н$$

2) После перегорания нити шар m_1 будет колебаться вокруг нового положения равновесия X_0:

по III з. Ньютона: • где k – жёсткость верхней пружины

$$kX_0 = m_1 g$$

Изначально положение равновесия удовлетворяло условию:

$$kX = (m_1+m_2+m_3)g$$

Следовательно амплитуда $A = X - X_0$:

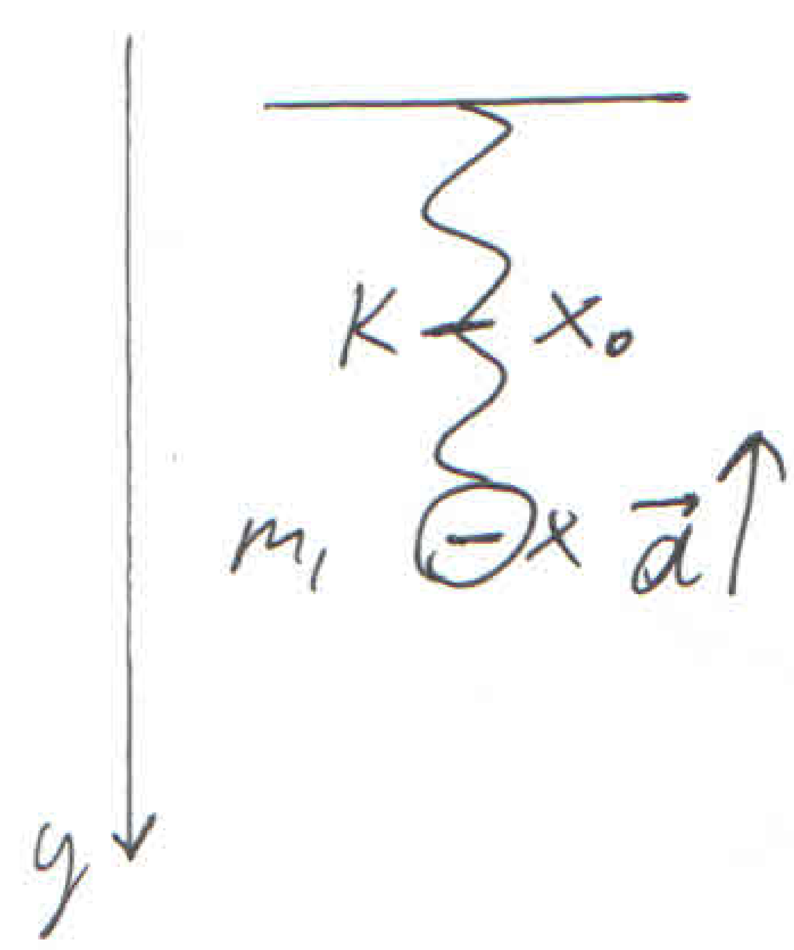
$$A = X - X_0 = \frac{(m_1+m_2+m_3)g - m_1 g}{k} = \frac{(m_2+m_3)g}{k}$$

3) Угловая частота ω нового колебания m_1 равна:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}}$$

4, 4) Из ~~...~~ формул для механ. колебаний

$a_{max} = \omega^2 \cdot A$



т.к.

$a = x'' = (X \cos \omega t)''$

где a_{max} при $\cos \omega t = 1$

В нашем колебании m_1 $a = a_{max}$, т.к. m_1 находится в крайнем положении равновес

$\Rightarrow a = \omega^2 \cdot A = \frac{k}{m_1} \cdot \frac{(m_2+m_3)g}{k} = \frac{(m_2+m_3)g}{m_1}$

Ответ: $T = (m_2+m_3)g = 29,61$ Н ; $g = 9,87$ м/с²

$a = \frac{(m_2+m_3)g}{m_1} = 5,922$ м/с²

+

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119413

Шифр ____________________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

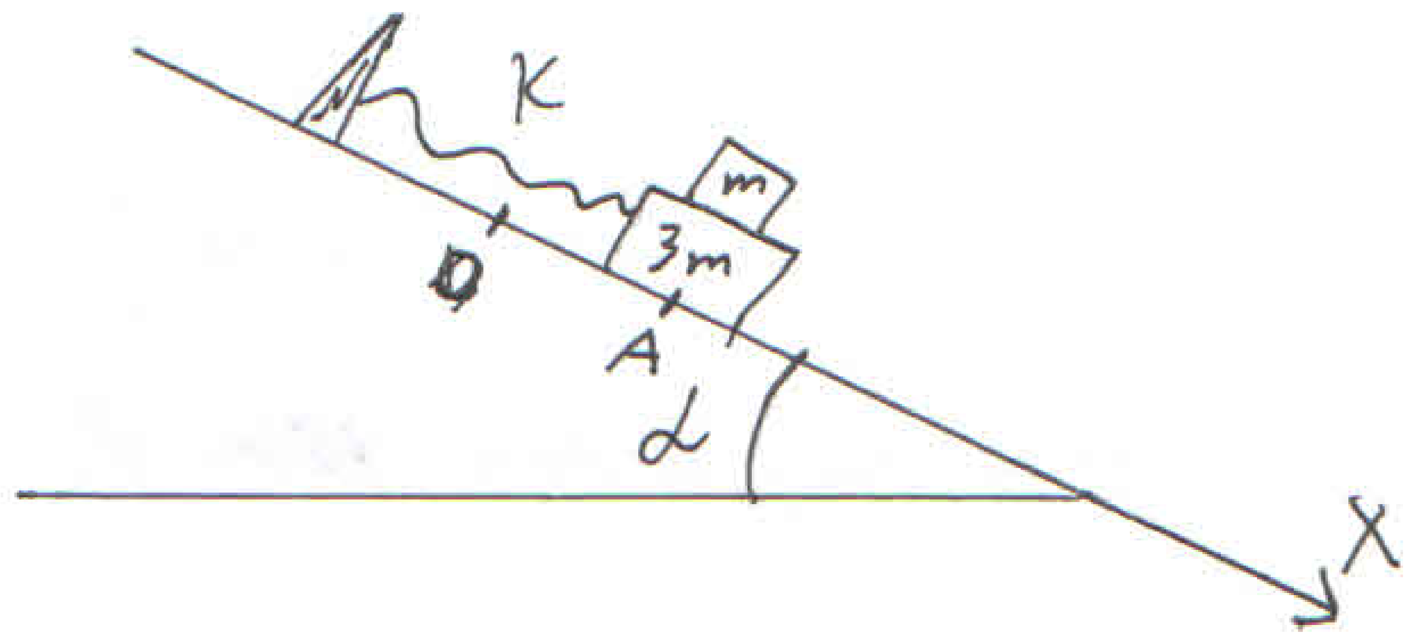
Вариант № 1

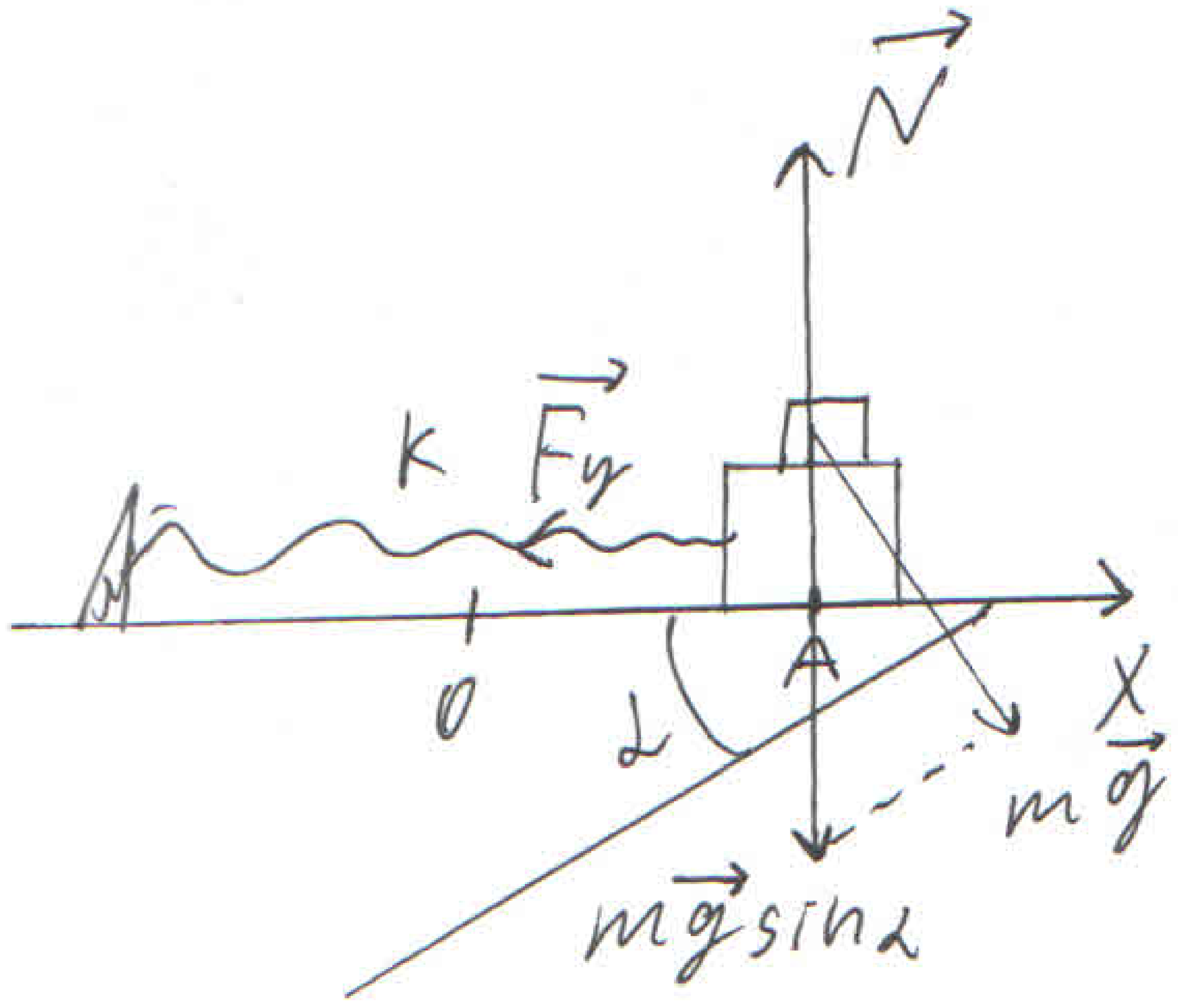
№3

Дано: α; $3m$; A; k

Найти: μ_{min} − ?

Решение:





~~1) В момент, когда грузы на амплитуде, их ускорение a max~~

$\cancel{\Rightarrow a = \omega^2 A \Rightarrow a = \left(\sqrt{\frac{k}{4m}}\right)^2 \cdot A = \frac{kA}{4m}}$

1) Рассмотрим верхний груз в момент соскальзывания. В этом ~~моменте~~ сила трения меньше или равна силе упругости:

$\mu N \le kx$; где $x - A$, т.к. на амплитуде ускорение т... N − сила реакции опоры ~~на~~ нижнего груз..., $N = mg\sin\alpha$ по III з. Ньютона,

$\Rightarrow \mu mg\sin\alpha \le kx$

2) Следовательно при μ_{min} $F_{трения} = kx$

$\Rightarrow \mu_{min} = \dfrac{KA}{mg\sin\alpha}$

Ответ: $\mu_{min} = \dfrac{KA}{mg\sin\alpha}$

№4

Дано: $m = 1$ кг ; $h = 5$ м ; $g = 9{,}87$ м/с^2

$M = 5$ кг $= 5m$; $V_0 = 6$ м/с ;

Найти: ~~ΔE ?~~ ~~ΔE ?~~ ~~ΔE ?~~ $E_к - E_к$ − ?

Решение:

1) ~~...~~ Найдём V камня в момент падения ~~...~~ в ящик;

$\dfrac{V^2 - 0}{2g} = h \Rightarrow V = \sqrt{2gh}$ +

2) По закону сохранения импульса:

$MV_0 = (m+M)U \Rightarrow U = \dfrac{M}{m+M}V_0 = \cancel{\ldots} = \dfrac{5}{6}V_0$ +

+

~~3) По закону сохранения энергии:~~

$\cancel{\dfrac{mV^2}{2} + \dfrac{MV_0^2}{2} = \dfrac{(m+M)U^2}{2} + Q}$ ~~Q передачи~~

~~Q передачи~~ $\cancel{= \dfrac{m\sqrt{2gh}^2}{2} + \dfrac{5mV_0^2}{2} - \dfrac{6m \cdot \frac{5}{6} V_0^2}{2} = \dfrac{m\sqrt{2gh}^2}{2} = \dfrac{2gh}{2}}$

3) $E_н = mgh + \frac{MV_0^2}{2}$

$E_к = \frac{(m+M)U^2}{2}$ $\Rightarrow E_к - E_н = \frac{6mU^2}{2} - mgh - \frac{5}{2}mV_0^2$

4) $E_к - E_н = \frac{6m\frac{25}{36}V_0^2 - 10V_0^2 m - 2mgh}{2} = \cancel{\frac{\frac{85}{6}mV_0^2 - 2mgh}{2}}$

$= \cancel{\frac{85\cdot 6 - 2\cdot 9{,}8\cdot 7\cdot 2}{2}} = \cancel{235{,}26\ Дж} = \cancel{-2}4 = -124{,}74\ Дж.$

Ответ: ~~235,26 Дж = Eк-Ен~~ $E_к - E_н = -124{,}74$ Дж.

№5

Дано: $P_0 = 3\cdot 10^5$ Па $= 3P_1$; $\Delta V = 10^{-2}$ м³

$P_1 = 10^5$ Па ; $P_2 = 4P_1$

Найти: A цикла - ?

Решение:

1) $A_ц = A_{102} - A_{304}$

2) $\Delta 102$ подобен $\Delta 304$ и их площади относятся, как квадраты высот:

$$\frac{A_{102}}{A_{304}} = \frac{(P_0 - P_1)^2}{(P_2 - P_1)^2} = \frac{4P_1^2}{P_1^2} = \frac{4}{1}$$

$\Rightarrow A_{304} = \frac{A_{102}}{4}$

3) $A_{102} = \frac{1}{2}(P_0 - P_1)\cdot\Delta V \Rightarrow A_{102} = \frac{1}{2}\cdot 2P_1\cdot\Delta V = P_1\Delta V$

4) $A_ц = P_1\Delta V - \frac{P_1\Delta V}{4} = \frac{3}{4}P_1\Delta V = \frac{3\cdot 10^5\cdot 10^{-2}}{4} = 750$ Дж.

Ответ: A цикла $= \frac{3}{4}P_1\Delta V = 750$ Дж

№6

Дано: η; A_{23}; Найти: $T_н$ - ?

Цикл Карно; $i=3$

Решение:

1) В цикле Карно: $\eta = 1 - \frac{T_x}{T_н}$; T_x - температура холодильника

$\Rightarrow T_н = \frac{T_x}{1-\eta}$

2) $Q_{23} = 0 = A_{23} + \Delta U$ (адиабатический процесс)

$\Rightarrow A_{23} = -\frac{3}{2} \nu R (T_x - T_н)$

$\Rightarrow -\frac{2}{3}\frac{A_{23}}{\nu R} = T_x - T_н \Rightarrow T_x = T_н - \frac{2}{3}\frac{A_{23}}{\nu R}$

3) $T_н(1-\eta) = T_x = T_н - \frac{2}{3}\frac{A_{23}}{\nu R}$

$\Rightarrow T_н - T_н\eta - T_н = -\frac{2}{3}\frac{A_{23}}{\nu R}$

$\Rightarrow T_н = \frac{2}{3}\frac{A_{23}}{\nu R \eta}$

+

Ответ: $\frac{2}{3}\frac{A_{23}}{\nu R \eta}$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 119413

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

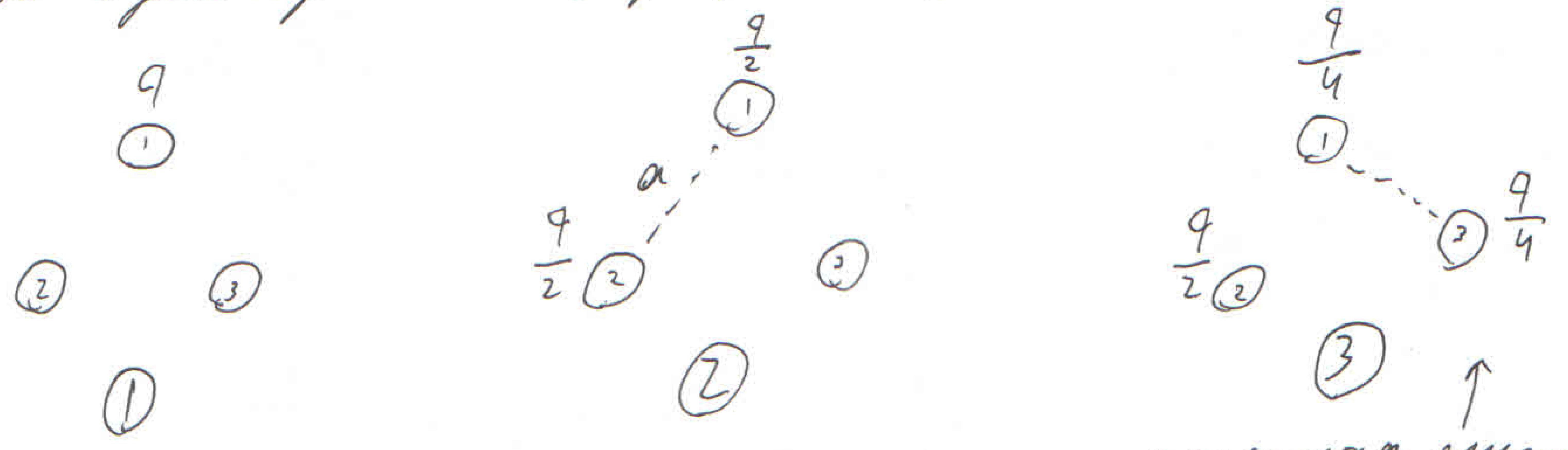
№7

Дано: q; a

Найти: $E_п$ в конце-?

Решение:

1) При соединении шариков их потенциалы должны стать равными после соединения, а суммарный заряд сохраняться



конечная система выглядит так

2) $E_п = \frac{q}{4}\varphi_2 + \frac{q}{4}\varphi_3 + \frac{q}{2}\varphi_3$

$$E_п = \frac{k\frac{q}{4}\cdot\frac{q}{2}}{a} + \frac{k\frac{q}{4}\cdot\frac{q}{4}}{a} + \frac{k\frac{q}{2}\cdot\frac{q}{4}}{a}$$

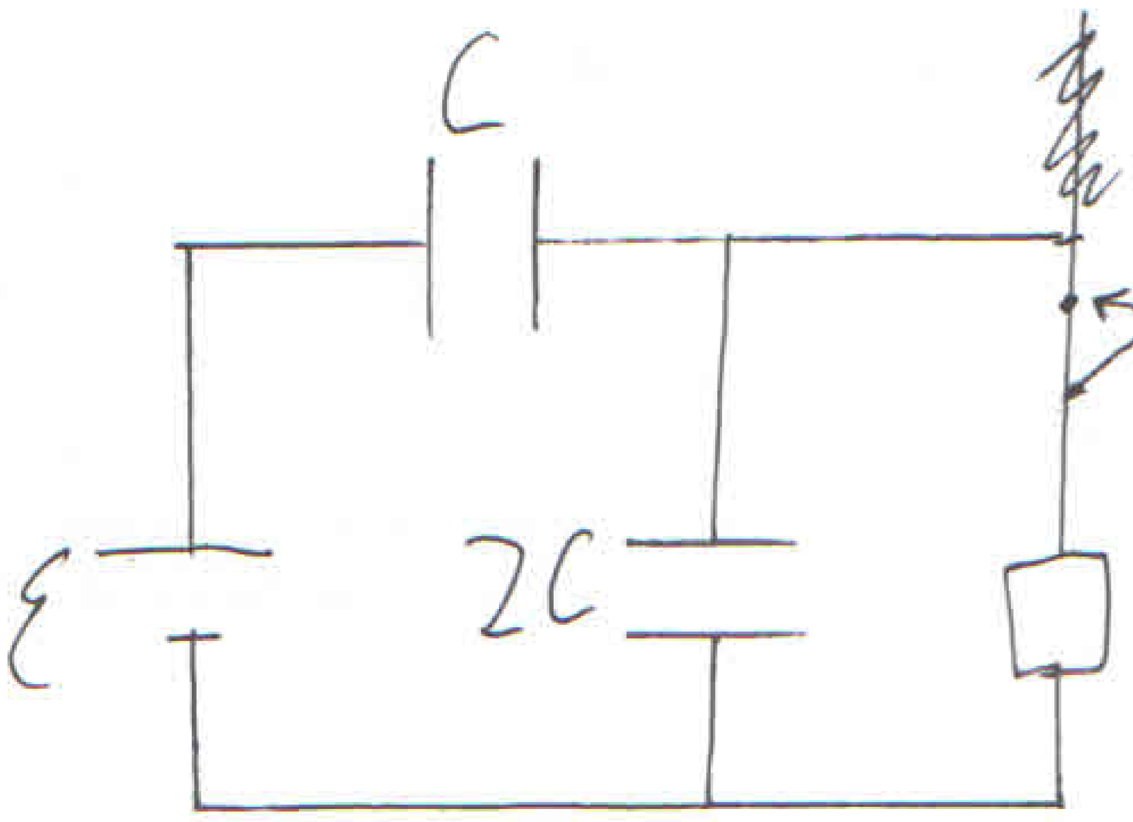
$$E_п = \frac{5}{16}\frac{kq^2}{a}$$

Ответ: $E_п = \frac{5}{6}\frac{kq^2}{a}$ Дж.

№8

Дано: $\mathcal{E}$; C; R – нет

Найти: Q – ?



Решение:

1) До замыкания ключа ~~энергия~~ заряды на C и $2C$ равны

+

$$q_c + q_{2c} = \frac{C\cdot 2C}{C+2C}\cdot\mathcal{E} = \frac{2}{3}C\mathcal{E}\ ;\quad q_c = q_{2c}$$

$\Rightarrow$ ~~$Q_c = Q$~~ $q_c = q_{2c} = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$; где q_c – заряд 1-го конденс.

q_{2c} – заряд 2-го конденсатора

2) После замыкания ключа конденсатор $2C$ – разрядится и его энергия выделится в тепло, а конденсатор C дозарядится до $C\mathcal{E}$, и источник совершит работу ($A_{ист}$), чтобы его дозарядить

3) $Q = A_{ист} + W_{2C} = \Delta q\cdot\mathcal{E} + \frac{q_{2c}\mathcal{E}}{2} = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{6}$

$\left(\Delta q = C\mathcal{E} - \frac{C\mathcal{E}}{3}\right)$ $\left(\frac{q_{2c}\cdot\mathcal{E}}{2}\right)$

, где W_{2c} – энергия в начале на 2-м конденсаторе

$\Rightarrow Q = \frac{5}{6}C\mathcal{E}^2$

Ответ: $Q = \frac{5}{6}C\mathcal{E}^2$ Дж.

№9

Дано: $T = 2\pi \cdot 10^{-5}$ с ; $I = 0{,}8 \cdot 10^{-3}$ А ; $q = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл

Найти: I_m - ?

Решение:

1) $I = (q)' = q_m \omega \cos\omega t$; при I_m, $\cos\omega t = 1$

$\Rightarrow I_m = q_m \omega$

2) Из закона сохр. энергии следует:

$$\frac{q_m^2}{2C} = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} \Rightarrow q_m^2 = q^2 + I^2 LC$$

$\Rightarrow q_m = \sqrt{q^2 + I^2 LC}$

3) $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{LC} \Rightarrow LC = \frac{T^2}{4\pi^2}$

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

5) $I_m = \sqrt{q^2 + I^2 \cdot \frac{T^2}{4\pi^2}} \cdot \frac{2\pi}{T}$

$$I_m = \sqrt{25 \cdot 10^{-18} + 0{,}64 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{4\pi^2 \cdot 10^{-10}}{4\pi^2}} \cdot \frac{2\pi}{2\pi \cdot 10^{-5}}$$

$$I_m = \frac{\sqrt{89 \cdot 10^{-18}}}{10^{-5}} = \frac{\sqrt{89} \cdot 10^{-9}}{10^{-5}} = \sqrt{89} \cdot 10^{-4} \approx 9{,}43 \cdot 1$$

Ответ: $I_m = \sqrt{q^2 + \frac{I^2 T^2}{4\pi^2}} \cdot \frac{2\pi}{T}$

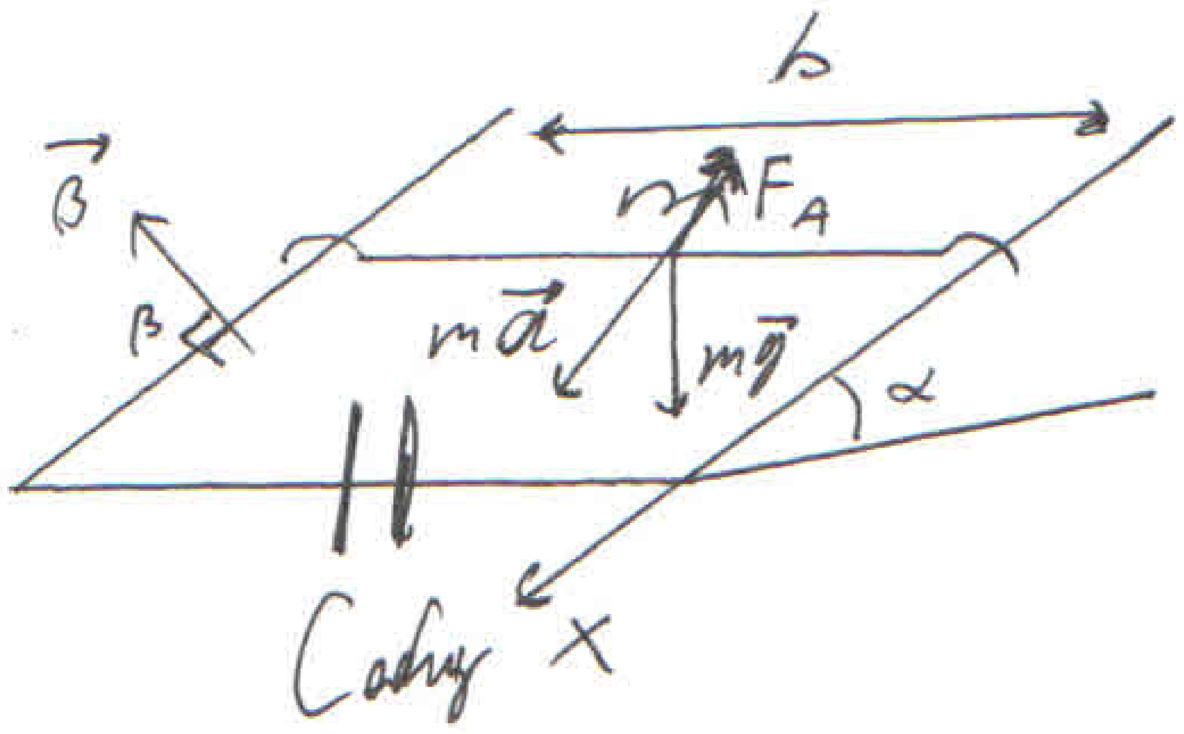
$I_m \approx 9{,}43 \cdot 10^{-4}$ А $\approx 0{,}943$ мА

№10

Дано: α; C; B; m; b; $\beta = 90°$

Найти: a – ?

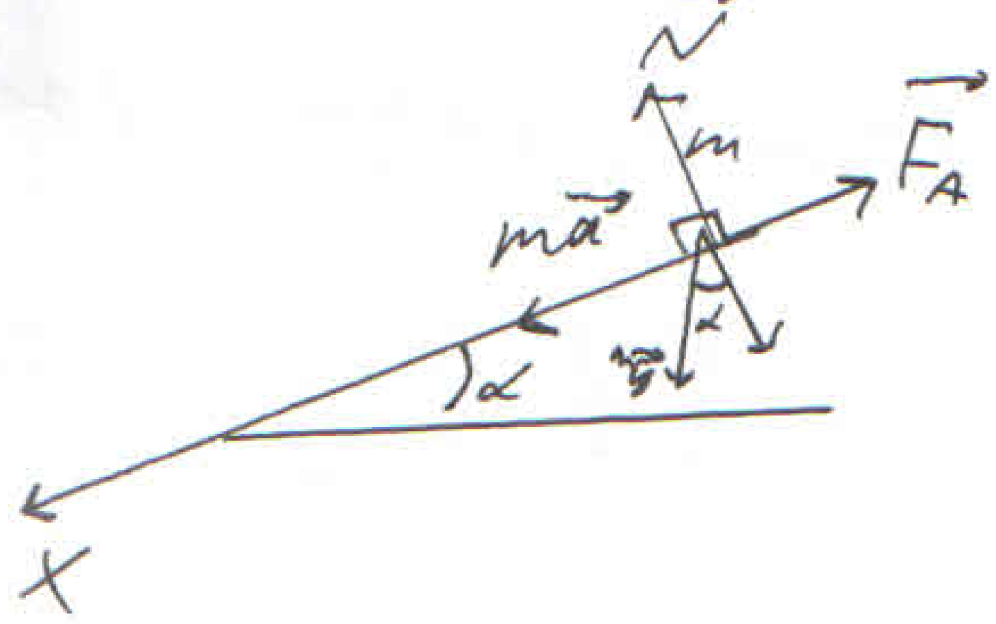
Решение:



1) $C_{общ} = C + \frac{C^2}{2C} = 1{,}5C$

2) $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = C\frac{\Delta \varepsilon_i}{\Delta t} = C\frac{\Delta \Phi}{\Delta t^2} = C\frac{B \cdot b \cdot}{\Delta t^2}$

$\Rightarrow I = CBba$



3) запишем II з. Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F_A} = m\vec{a}$$

$\Rightarrow$ спроецируем на ось x ; где F_A – сила Ампера

$$mg\sin\alpha - F_A = ma$$

4) $F_A = B \cdot b \cdot I \cdot \sin\beta \Rightarrow F_A = CB^2b^2a$

$\sin\beta = 1$, т.к. $\beta = 90°$

5) $mg\sin\alpha = ma + CB^2b^2a$

$$\Rightarrow a = \frac{mg\sin\alpha}{m + CB^2b^2}$$

~~Ответ:~~ $\cancel{\frac{mg\sin\alpha}{m + CB^2b^2} = a}$

Ответ: $a = \frac{mg\sin\alpha}{m + CB^2b^2}$ м/с²