Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119406

+

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Васильева Надежда Михайловна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Геленджик, МБОУ СОШ № 3

Регистрационный номер ШМ 2141

Вариант задания 1

Дата проведения “19” марта 2017г.

Подпись участника ______________

63 (шестьдесят три)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

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

Σ 63

406

Шифр 119400

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

№ 9

Дано:

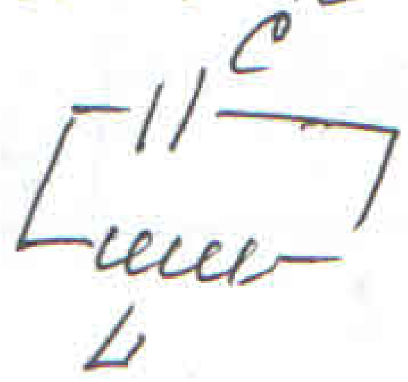
$q = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл

$I = 0,8 \cdot 10^{-3}$ А

$T = 2\pi \cdot 10^{-5}$ с

$I_m - ?$

Решение:



C – емкость конденсатора

L – индуктивность катушки

1) По формуле Томсона

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (1)$$

2) По ЗСЭ: $W_{конд} + W_{кат} = \frac{LI_m^2}{2}$ (2)

$W_{конд} = \frac{q^2}{2C}$ – энергия эл. поля конденсатора

$W_{кат} = \frac{LI^2}{2}$ – эн. магн. поля катушки $\Rightarrow$

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad (3)$$

$$q^2 + LCI^2 = LCI_m^2 \Rightarrow$$

$$I_m = \sqrt{\frac{q^2 + LCI^2}{LC}} \quad (4)$$

+

3) Подставим (1) в (4)

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

$$= \sqrt{0,25 \cdot 10^{-6} + 0,64 \cdot 10^{-6}} \approx 10^{-3} \cdot 0,9 \text{ А}$$

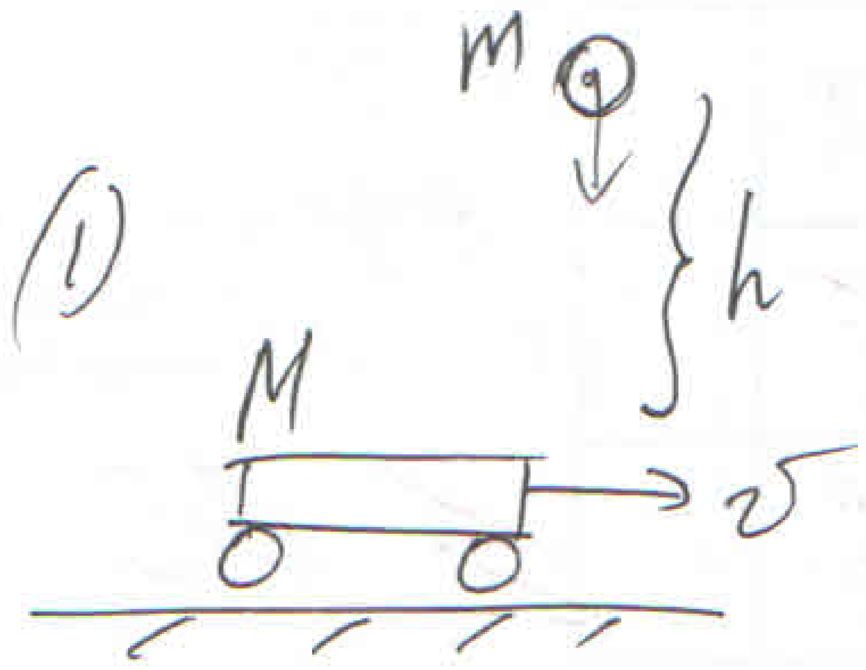
Ответ: $I_m = \sqrt{I^2 + \frac{4\pi^2 q^2}{T^2}} \approx 0,9$ мА.

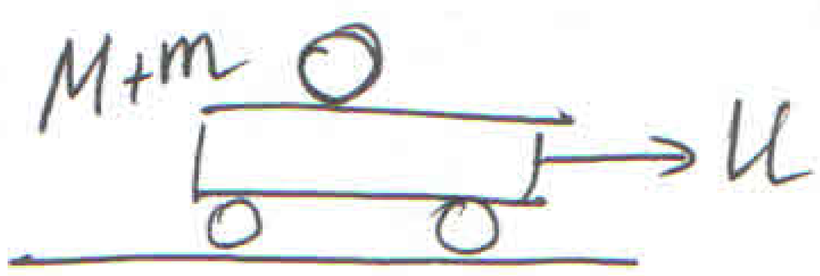
№ 4.

Дано:
$m = 1$ кг
$h = 5$ м
$M = 5$ кг
$v = 6\ \frac{м}{с}$

$Q - ?$

Решение:

(1)


(2)


1) Запишем закон сохр. энергии

$$mgh + \frac{Mv^2}{2} = \frac{(M+m)u^2}{2} + Q, \quad (1)$$

где u – скорость тележки с грузом.

2) По закону сохран. импульса

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

$$u = \frac{Mv}{M+m} \quad (2)$$

3) Выразим из (1) Q:

$$Q = mgh + \frac{Mv^2 - (M+m)u^2}{2}. \quad (3)$$

4) Подставим (2) в (3)

$$Q = mgh + \frac{Mv^2 - (M+m)\cdot\frac{(Mv)^2}{(M+m)^2}}{2} = mgh + \frac{Mv^2 - \frac{(Mv)^2}{M+m}}{2} = mgh + \frac{M^2v^2 + Mmv^2 - M^2v^2}{2(M+m)} =$$

$$= mgh + \frac{Mmv^2}{2(M+m)} = m\left(gh + \frac{Mv^2}{2(M+m)}\right)$$

(+)

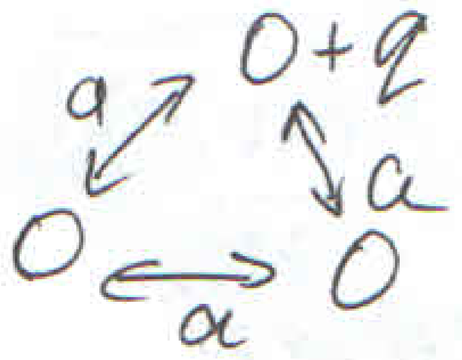
5) $Q = 1\cdot\left(10\cdot 5 + \frac{5\cdot 36}{2\cdot 6}\right) = 65$ Дж.

Ответ: $Q = m\left(gh + \frac{Mv^2}{2(M+m)}\right) = 65$ Дж

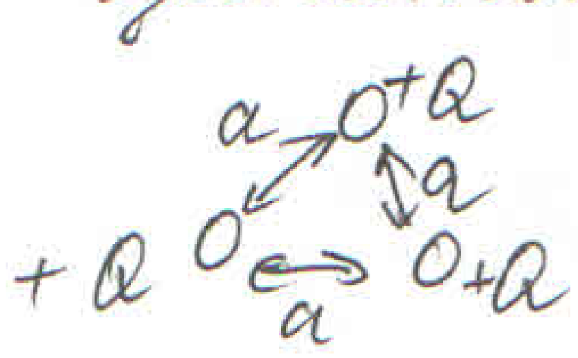
№ 7.

Дано:
$a, +q$

$W - ?$



Решение: 1) При соприкосновении заряж. шарика с незаряж. происходит перераспределение заряда до тех пор, пока потенциалы шаров не будут равны. Т.к. шары одинаковы, то заряд распределится равномерно:



$Q = \frac{q}{3}$ (–), тогда ~~одна~~ суммарная энергия системы равна (1)

$$W = \frac{kQ^2}{a} + \frac{kQ^2}{a} + \frac{kQ^2}{a} = \frac{3kQ^2}{a} \qquad (2)$$

г) Подставим (1) во (2)

$$W = \frac{3k}{a}\cdot\frac{q^2}{9} = \frac{kq^2}{3a}$$

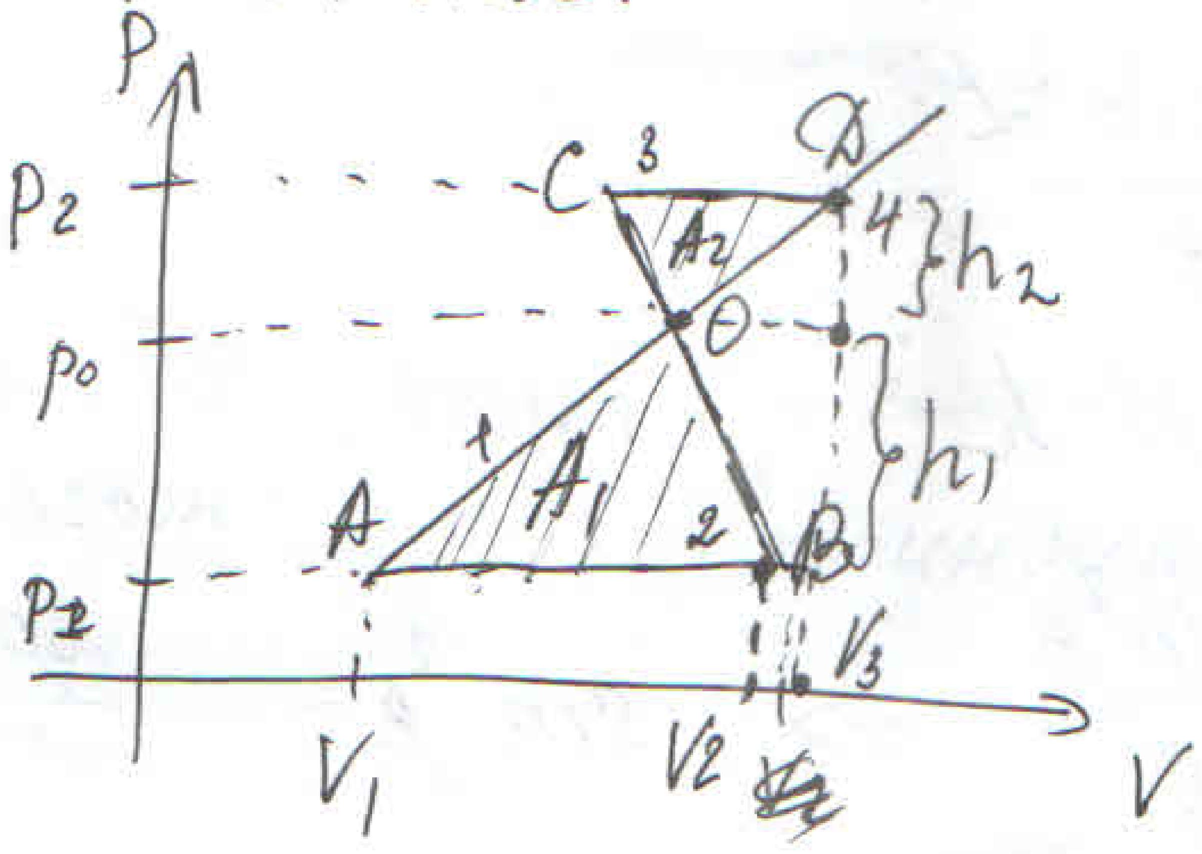
Ответ: $W = \frac{kq^2}{3a}$

№5

Дано:
$p_1 = 10^5$ Па
$p_0 = 3\cdot 10^5$ Па
$p_2 = 4\cdot 10^5$ Па
$V_2 - V_1 = 10$ л $= 10\cdot 10^{-3}$ м^3

$A_{1-4-3-2-1}$ - ?

Решение:



1) Работа газа равна площади фигуры под графиком =>

$$A_{1-4-3-2-1} = A_{1-0-2} + A_{0-4-3} = S_{AOB} + S_{COD} =$$

$$= \frac{1}{2}\cdot(V_2 - V_1)\cdot(p_0 - p_1) + \frac{1}{2}CD\cdot(p_2 - p_0).$$

2) $\triangle AOB \sim \triangle COD$ $\quad \frac{h_1}{h_2} = k$, где h_1 и h_2 - высоты $\triangle AOB$ и $\triangle COD$ соответств

тогда $\frac{S_{AOB}}{S_{COD}} = \frac{A_{1-0-2}}{A_{0-4-3}} = k^2 = \frac{(p_0 - p_1)^2}{(p_2 - p_0)^2}$, тогда $A_{0-4-3} = \frac{A_{1-02}\cdot(p_2 - p_0)^2}{(p_0 - p_1)^2}$

3) $A_{1-4-3-2-1} = A_{1-0-2}\left(1 + \frac{(p_2 - p_0)^2}{(p_0 - p_1)^2}\right) =>$

$$= \frac{1}{2}\Delta V\cdot(p_0 - p_1)\left(1 + \frac{(p_2 - p_0)^2}{(p_0 - p_1)^2}\right) = \frac{1}{2}\Delta V\left(p_0 - p_1 + \frac{(p_2 - p_0)^2}{p_0 - p_1}\right) =>$$

4) $A_{1-4-3-2-1} = \frac{1}{2}\Delta V\left(\frac{(p_0 - p_1)^2 + (p_2 - p_0)^2}{p_0 - p_1}\right)$

$$A = \frac{1}{2}\cdot 10\cdot 10^{-3}\cdot\left(\frac{(3\cdot 10^5 - 10^5)^2 + (4\cdot 10^5 - 3\cdot 10^5)^2}{3\cdot 10^5 - 10^5}\right) = 5\cdot 10^{-3}\cdot\left(\frac{4\cdot 10^{10} + 10^{10}}{2\cdot 10^5}\right)$$

$$= \frac{25\cdot 10^7}{2\cdot 10^5} = 12{,}5\cdot 10^2 = 1250 \text{ Дж}$$

Ответ: $A_{1-4-3-2-1} = \frac{1}{2}\Delta V\left(\frac{(p_0 - p_1)^2 + (p_2 - p_0)^2}{p_0 - p_1}\right) = 1250$ Дж.

№1.

Дано:

$\alpha = 60^\circ$

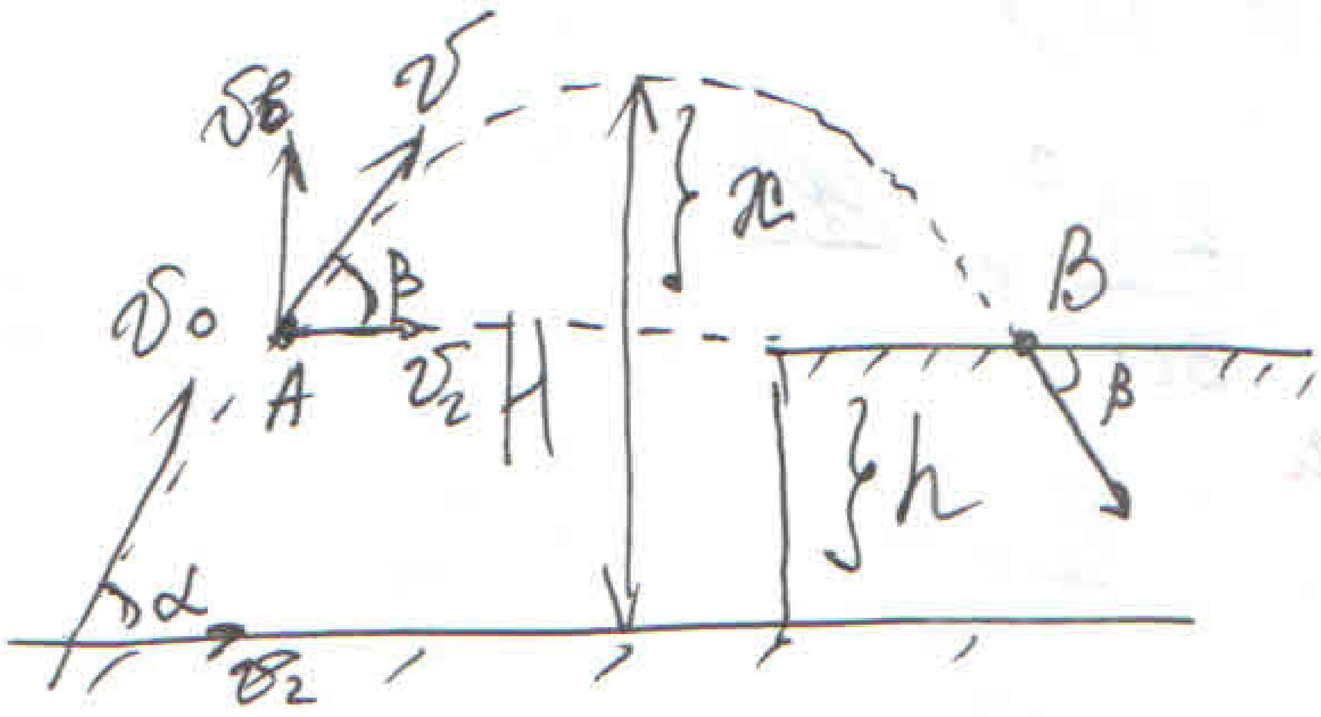
$v_0 = 10\ \frac{м}{с}$

$h = 2м$

$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

$\beta - ?$

Решение:



1) ~~H=~~ Из ур-й кинематики

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \qquad (1)$$

2) $x = H - h$, пусть v - скорость тела в точке A, тогда (2)

$$x = \frac{v^2 \sin^2\beta}{2g} \Rightarrow \sin^2\beta = \frac{2gx}{v^2}$$

$$\sin\beta = \frac{\sqrt{2gx}}{v} \qquad (3)$$

3) ~~По~~ ЗСЭ: $(v_0 \sin\alpha)^2 = 2gh + v_в^2$, где $v_в$ - вертик. составляющая v

$$v_в^2 = (v_0 \sin\alpha)^2 - 2gh \qquad (4)$$

4) По т. Пифагора

$$v^2 = v_в^2 + v_г^2 = v_в^2 + (v_0 \cos\alpha)^2 \qquad (5)$$

подставим (4) в (5)

$$v^2 = (v_0 \sin\alpha)^2 - 2gh + (v_0 \cos\alpha)^2, \qquad (6)$$

5) подставим (1),(2) и (6) в (3)

$$\sin\beta = \frac{\sqrt{2g\left(\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} - h\right)}}{\sqrt{(v_0 \sin\alpha)^2 - 2gh + (v_0 \cos\alpha)^2}} \Rightarrow$$

$$\sin\beta = \frac{\sqrt{35}}{\sqrt{60}} = \sqrt{\frac{7}{12}}$$

$$\beta = \arcsin\sqrt{\frac{7}{12}}$$

Ответ: $\sin\beta = \sqrt{\frac{2g\left(\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} - h\right)}{(v_0 \sin\alpha)^2 - 2gh + (v_0 \cos\alpha)^2}} = \sqrt{\frac{7}{12}}$; $\beta = \arcsin\sqrt{\frac{7}{12}}$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 119406

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

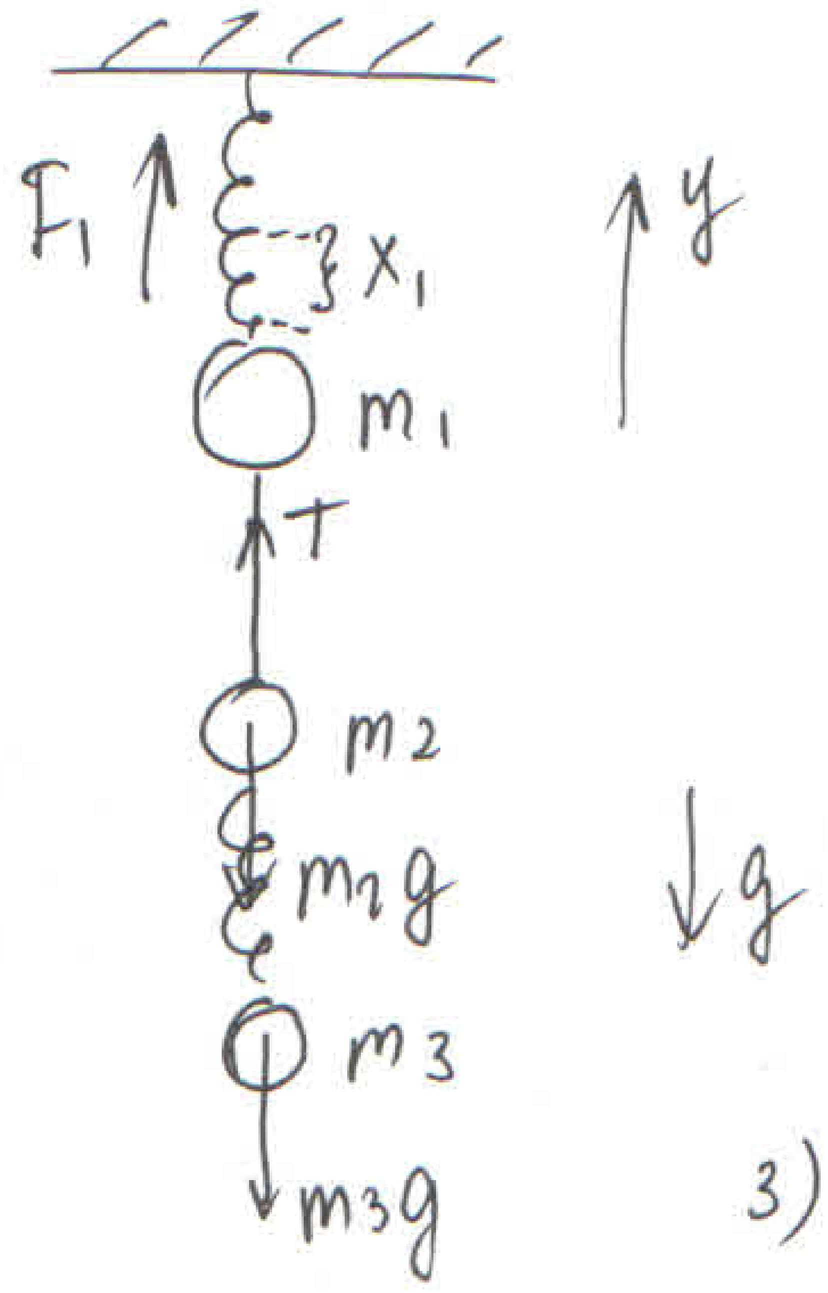
Вариант № 1

Б° 2

Дано:
$m_1 = 5$ кг
$m_2 = 1$ кг
$m_3 = 2$ кг

T – ?
a – ?

Решение:



1) по 2-ому З. Ньютона на ось оу:

$$T = m_2 g + m_3 g = $$
$$= (m_2 + m_3) g = $$
$$= 30\ H$$

2) по 2-ому З. Ньютона на ось оу:

$$(m_1 + m_2 + m_3) g = F_1 = k\Delta x_1$$

3) по З С.Э: $\frac{k\Delta x_1^2}{2} = \frac{m v^2}{2}$, где Δx_1 смещение верхн. пружины

$\Delta x_1 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$, т.к. $v_0 = 0$, то

$\Delta x_1 = \frac{v^2}{2a}$; $a = \frac{v^2}{2\Delta x_1}$

4) $a = \frac{v^2}{2\Delta x_1} = \frac{k\Delta x_1^2}{m_1 \Delta x_1} = \frac{k\Delta x_1}{m_1} = \frac{k(m_1+m_2+m_3)g}{k m_1}$

$$= \frac{(m_1+m_2+m_3)g}{m_1} = \frac{(5+1+2)10}{5} = 16\ \frac{м}{с^2}$$

Ответ: $T = g(m_2 + m_3) = 30\ H$

$$a = \frac{(m_1 + m_2 + m_3)g}{m_1} = 16\ \frac{м}{с^2}$$

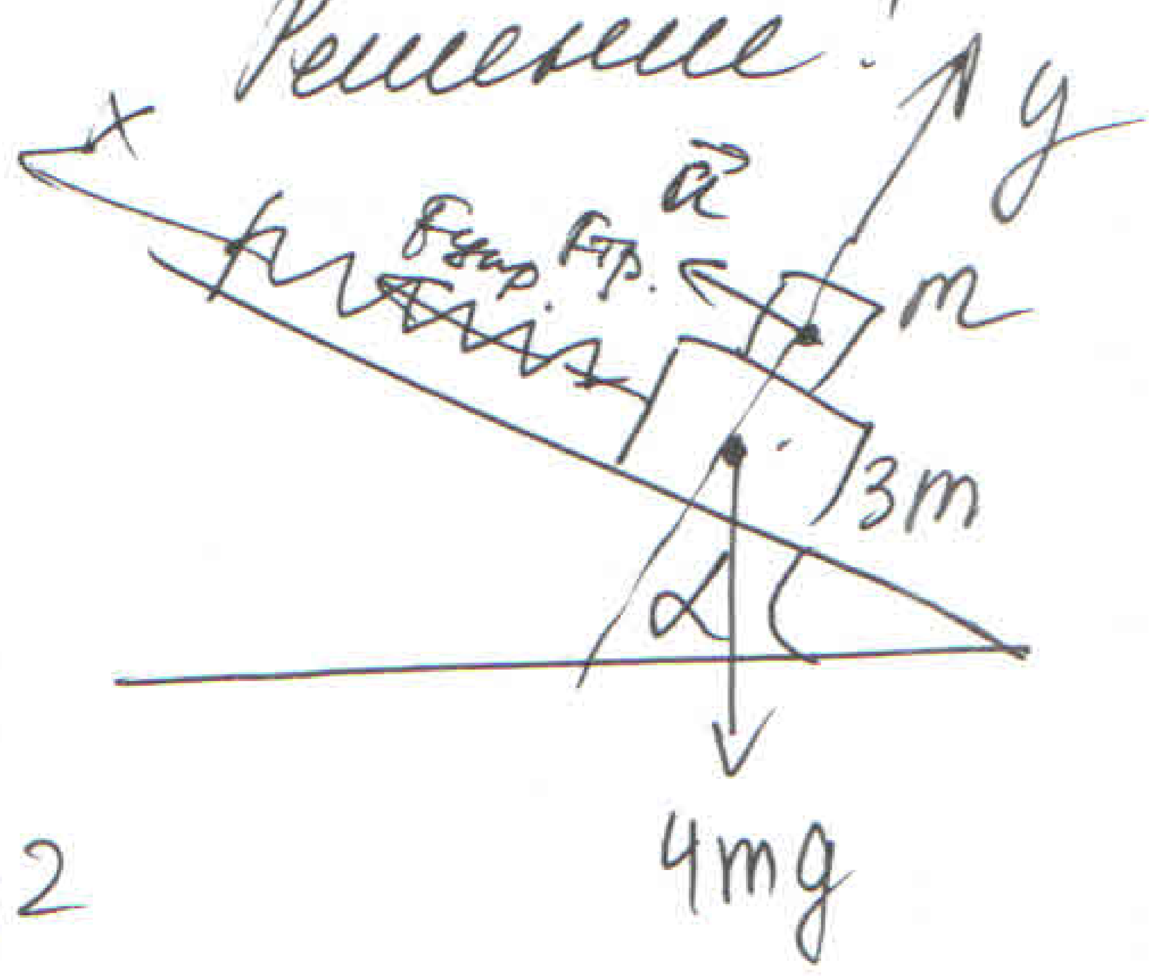
6

№3

Дано:
α, m, $3m$,
A, k

μ - ?

Решение:



1) по 2-ому з. Ньютона на ось ox

$\cancel{F_{упр} = 4mg\sin\alpha\, k}$

$F = kA$

$a = A\omega^2$ $\qquad \omega = \sqrt{\frac{k}{4m}}$

$ma = \mu mg\sin\alpha$

$F_{упр} = 4mg\sin\alpha = \cancel{kA}$ $\qquad$ +

$\mu = \frac{a}{g\sin\alpha} = \frac{A\omega^2}{g\sin\alpha} = \frac{A\cdot k}{4mg\sin\alpha}.$

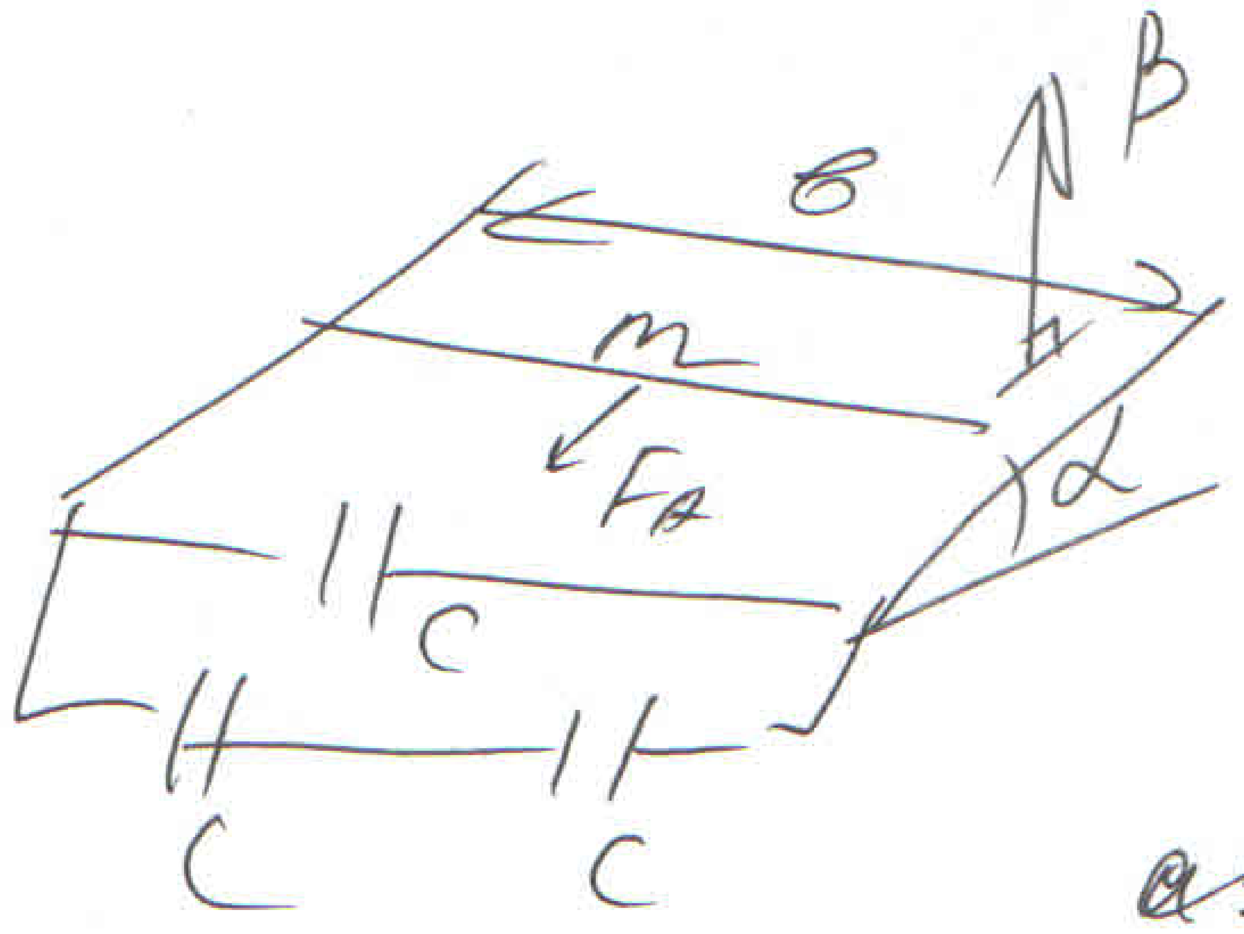
Ответ: $\mu = \frac{Ak}{4mg\sin\alpha}.$

№10.

Дано:
α, $в$, C,
$\vec{B}$, m,

a - ?

Решение:



1) $C_0 = C + \frac{C}{2} = \frac{3}{2}C.$

2) $q = C_0U$
$q = I\Delta t$

$CU = I\Delta t = I\frac{v}{a}$

$\cancel{a = \frac{CI}{CBв}}$, +

$a = \frac{IV}{C_0U} = \frac{IV}{C_0\cdot B v в} = \frac{I}{C_0 B в}$

по 2-ому з. Ньютона.

$-mg\sin\alpha + BIl = ma.$

$a = \frac{ma - mg\sin\alpha}{Bв\cdot Bв\cdot C_0} = \frac{ma - mg\sin\alpha}{B^2в^2\cdot C_0}$

$a = \frac{mg\sin\alpha}{m - B^2в^2C_0} = \frac{mg\sin\alpha}{m - \frac{3}{2}B^2в^2C}$

Ответ: $a = \frac{mg\sin\alpha}{m - B^2в^2C_0\cdot\frac{3}{2}} = \cancel{mg}$