+1 [illegible]

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119282

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Васильева Диана Григорьевна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, ГБОУ лицей 1580 при МГТУ им. Н. Э. Баумана

Регистрационный номер ШМ 0705

Вариант задания 1

Дата проведения «19» марта 2017 г.

С работой ознакомлена 24 марта [signature]

Подпись участника [signature]

61 шестьдесят один [signature]

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119282

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8	8	10	5	5	3	5	5	6	6	61

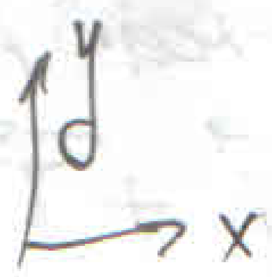
Шифр ____________________
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

9282

Вариант № 1

Задача 1.
$\alpha = 60^\circ$
$h = 2$ м
$g = 10$ м/с^2
$v_0 = 10$ м/с
$\beta - ?$

Решение:



1) ЗСЭ: $\dfrac{mv_0^2}{2} = mgh + \dfrac{mv_k^2}{2}$ + $\Big|\, : m;\ \cdot 2$

$v_0^2 = 2gh + v_k^2$

$v_k = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$; v_k ~~на ось~~ будет отрицательной, б... направлена против ~~оси~~ оси Oy.

$v_k = -\sqrt{v_0^2 - 2gh}$

2) ~~ур~~ ур-ние движения по y:

Oy: $h = \sin\alpha\, v_0 t - \dfrac{gt^2}{2}$

$gt^2 - 2v_0 \sin\alpha\, t + 2h = 0$

$D/4 = v_0^2 \sin^2\alpha - 2hg \Rightarrow$

$t_{1,2} = \dfrac{v_0 \sin\alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2hg}}{g}$

гр-к $y(t)$

~~координаты высоты~~ h тело достигает 2 раза $\Rightarrow$ берем $t_{max} \Rightarrow$

$t = \dfrac{v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2hg}}{g}$

3). $v_k \cdot \sin\beta = v_0 \sin\alpha - gt$ + $\sin\beta = \dfrac{v_y}{v}$, лучше

$\sin\beta = \dfrac{v_0 \sin\alpha - gt}{v_k}$ $\cos\beta = \dfrac{v_x}{v} = \dfrac{v_0 \cos\alpha}{v}$

+ $\sin\beta = \dfrac{v_0 \sin\alpha - g\,\dfrac{v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2hg}}{g}}{v_k} =$

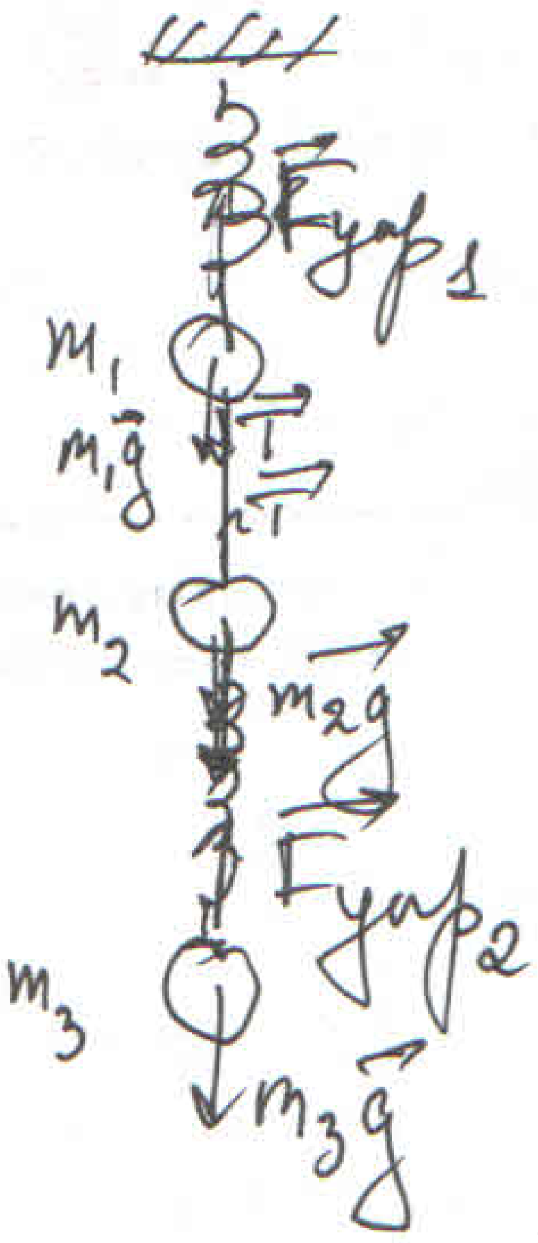
$= \dfrac{-\sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2hg}}{-\sqrt{v_0^2 - 2gh}} = \dfrac{\sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2hg}}{\sqrt{v_0^2 - 2gh}} = \sqrt{\dfrac{100 \cdot \frac{3}{4} - 2 \cdot 2 \cdot 10}{100 - 2 \cdot 2 \cdot 10}} = \sqrt{\dfrac{75 - 40}{100 - 40}}$

$= \sqrt{\dfrac{35}{60}} = \sqrt{\dfrac{7}{12}}$ Ответ: $\arcsin\sqrt{\dfrac{7}{12}}$

Задача 2.

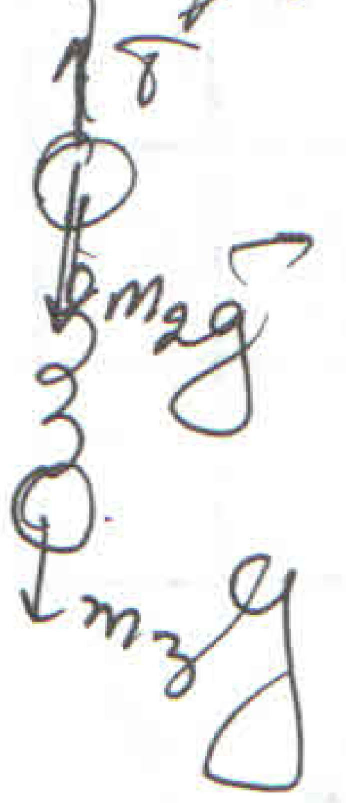
Решение:

Дано:
$m_1 = 5$ кг
$m_2 = 1$ кг
$m_3 = 2$ кг
T – ?



~~Т.к.~~ нить, пружины невесомы;

~~расстотрим~~ найдем T:



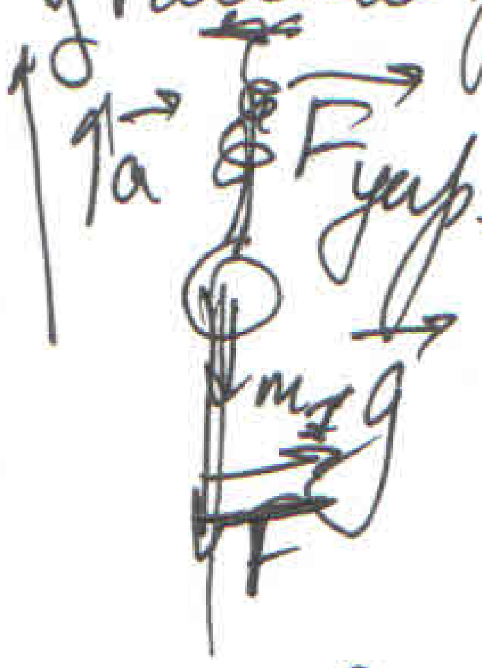
Т.к. нить не разорвана ⇒ выполняется равенство из второго З-на Ньютона $m\vec{a} = \vec{T} + m_2\vec{g} + m_3\vec{g}$; $a = 0$;

$T = m_2 g + m_3 g$ (пружина не весома ⇒ на равновесие ~~системы~~ не влияет)

$\Rightarrow T = (m_3 + m_2) g$

$T = 30$ Н.

Рассмотрим шар m_1:



Из второго з-на Ньютона:

$m\vec{a} = \vec{F}_{упр\,1} + m_1\vec{g} + \vec{T}$; $a = 0$:

$0 = F_{упр\,1} - m_1 g - T$

$F_{упр\,1} = m_1 g + m_2 g + m_3 g = k\Delta x_1$;

После пережигания нити; (сила натяжения нити не действует).

$m_1 a = F_{упр\,1} - m_1 g \Rightarrow$

$a = \dfrac{(m_1 + m_2 + m_3) g - m_1 g}{m_1} = \dfrac{(m_2 + m_3)}{m_1} g$ ускорение направлено вверх

$a = \dfrac{3 \cdot 10}{5} = 3 \cdot 2 = 6$ м/с²

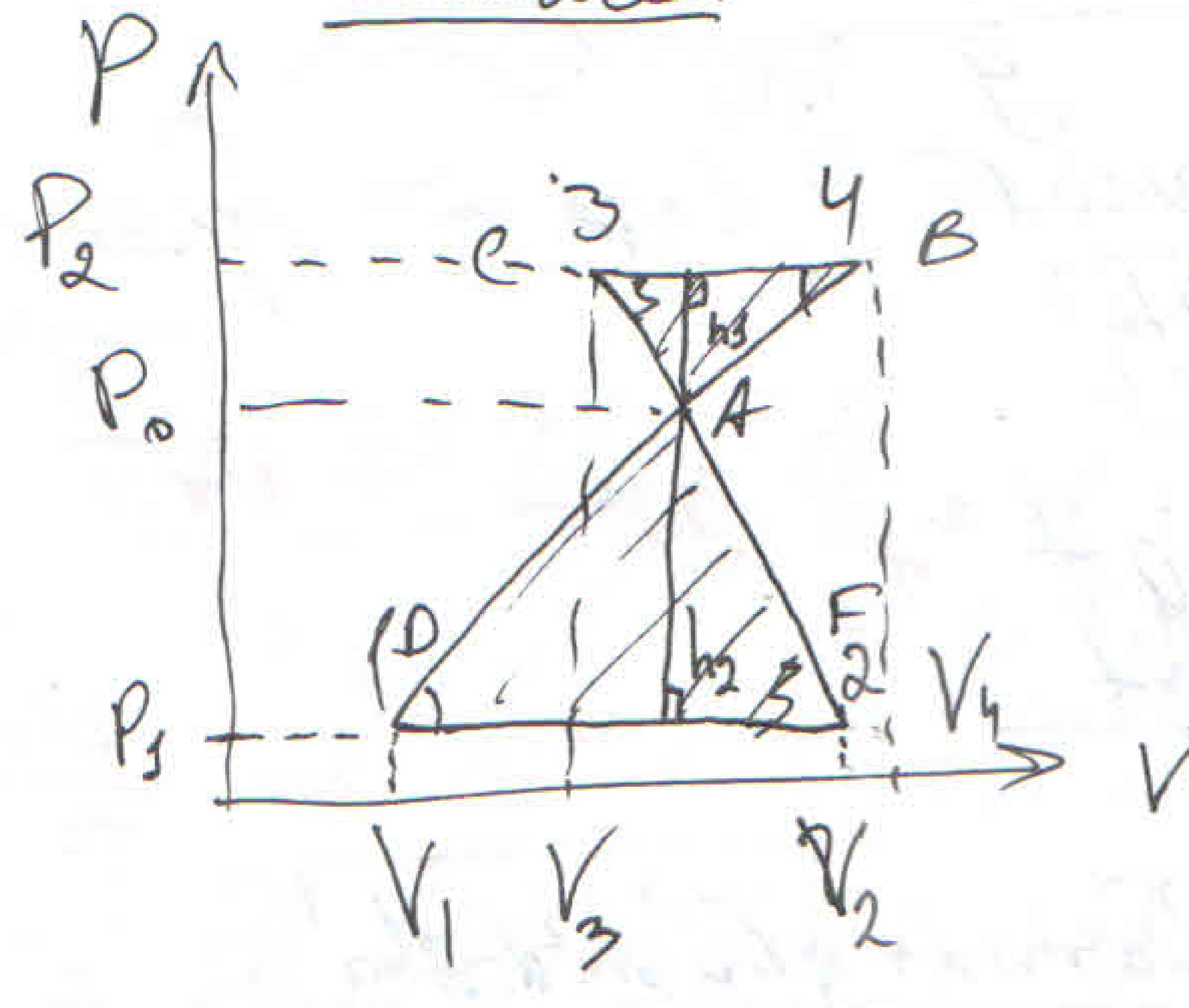
Ответ: $T = 30$ Н; $a = 6$ м/с² ускорение направлено вверх.

+

Задача 5.

Решение:

Дано:
$P_2 = 4 \cdot 10^5$ Па
$P_1 = 10^5$ Па
$P_0 = 3 \cdot 10^5$ Па.
$V_2 - V_1 = 1{,}0$ л $= 10^{-3}$ м³
A – ?



A равно площади фигуры пр-ка.

$A = \frac{1}{2}(P_0 - P_1)(V_2 - V_1) + \frac{1}{2}(P_2 - P_0)(V_4 - V_3)$

Нам известны все величины кроме $V_4 - V_3$

Найдем их:

Т.к. участки цикла 4-3 и 2-1 ∥ оси V, то

$\triangle ABC \sim \triangle ADF$ (по 2-м углам: $\angle CBD = \angle BDF$ – накр. лежащие при $CB \parallel DF$ и сек. BD; $\angle BCF = \angle CFD$ – накр. лежащие при $CB \parallel$ и сек. CF): $\frac{CB}{DF} = k = \frac{h_1}{h_2}$ (где h_1, h_2 – высоты $\triangle CBA$ и ADF соо

$h_1 = P_2 - P_0$

$h_2 = P_0 - P_1$ =>

$CB = V_4 - V_3 = \frac{P_2 - P_0}{P_0 - P_1}\cdot(V_2 - V_1)$ =>

Знаки работ?!

750 Дж

$A = \frac{1}{2}(P_0 - P_1)(V_2 - V_1) + \frac{1}{2}\left(\frac{P_2 - P_0}{P_0 - P_1}\right)^2(V_2 - V_1)$

0,5

Подставим числа:

$A = \frac{1}{2}\cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{2}\cdot\frac{10^{5}\cdot 1}{10^5}\cdot 10^{-3} =$

$= \frac{1}{2}\cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = \frac{3}{2}\cdot 10^2 = 1{,}5\cdot 100 = 150$ Дж.

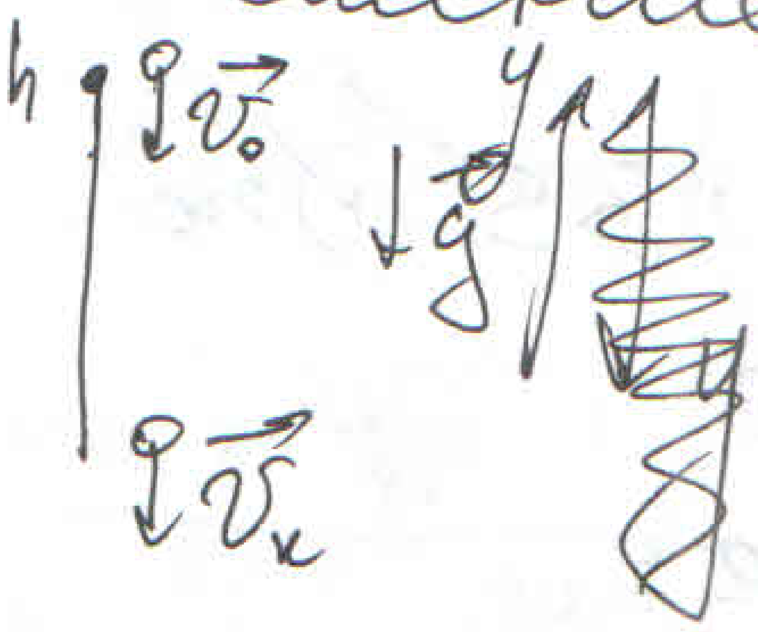
~~Ответ: 150 Дж.~~

Задача 4.

Дано:
$m = 1$ кг.
$h = 5$ м.
$v_0 = 0$ м/с.
$M = 5$ кг
$V = 6$ м/с
ΔE - ?

Решение:

1).



уравнение движения камня:

$0 = h + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$v_0 = 0$ =>

$h = \frac{gt^2}{2}$ => $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

Найдем $v_к$:

$v_к = v_0 - gt$ => $v_к = -gt$ - проекция на ось OY =>

$v_к = gt = \sqrt{2hg}$

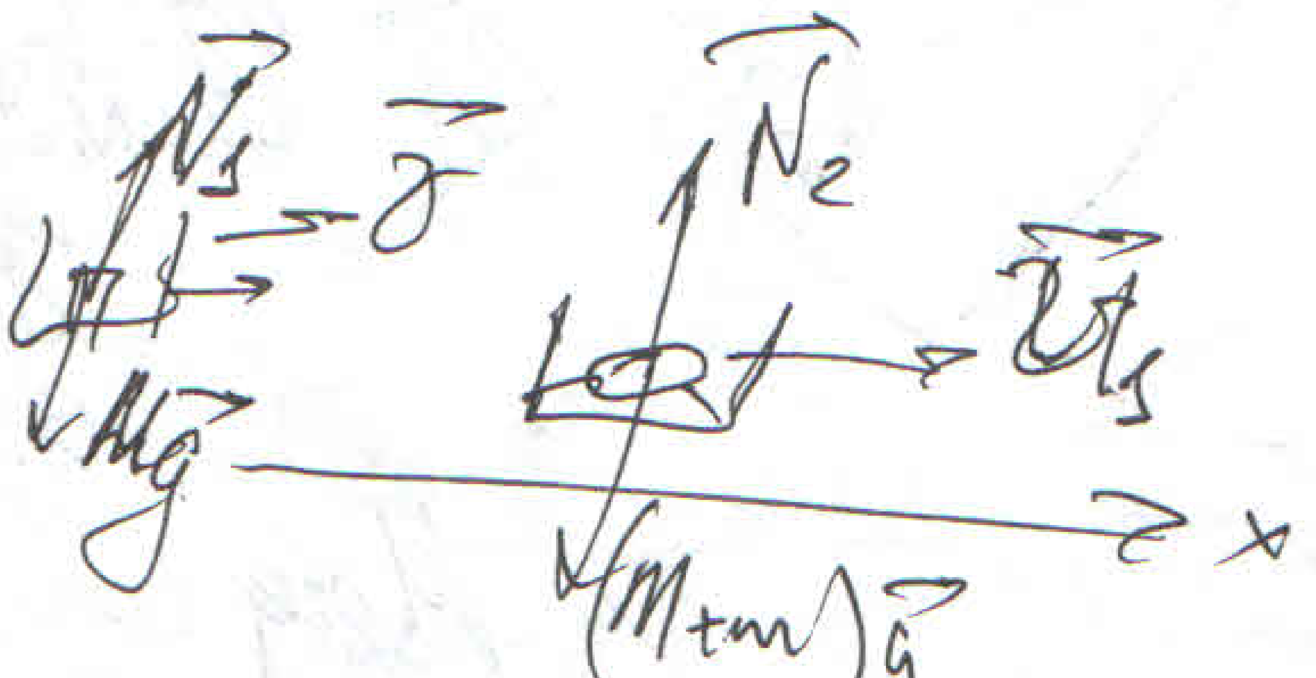
2) Когда камень падает в ящик с песком, то происходит абсолютно не упругий удар => применим закон сохранения импульса:

$MV_y + mv_к = (m+M)U_{y\,ящ+к}$ $U_{y\,ящ+к} = 0$, $V_y = 0$

т.к. ящик скользит по гладкой горизонтальной пов-ти

=> энергия камня перешла во внутреннюю энергию системы камень + ящик:

=> $E_1 = \frac{mv_к^2}{2} = \frac{mgh\cdot 2}{2} = mgh$.



3) Применим ЗСИ для оси OX

$MgV = (M+m)U$ => ~~Энергия системы ящика $W_1 = \frac{mv^2}{2} + W_2$~~

Энергия ~~ящика~~ ящика до попадания камня:

$$W_1 = \frac{MV^2}{2};$$

Энергия ящика + камня:

$$W_2 = \frac{(M+m)U^2}{2} \Rightarrow$$

где нач энергия камня?

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \frac{M^2V^2}{2(M+m)} - \frac{MV^2}{2} = \frac{M^2V^2 - M^2V^2 - mMV^2}{2(M+m)} =$$

$$= -\frac{mMV^2}{2(M+m)}$$

0,5

$$1 \quad \Rightarrow \Delta E = \Delta W + E_1 = mgh - \frac{mMV^2}{2(M+m)}$$

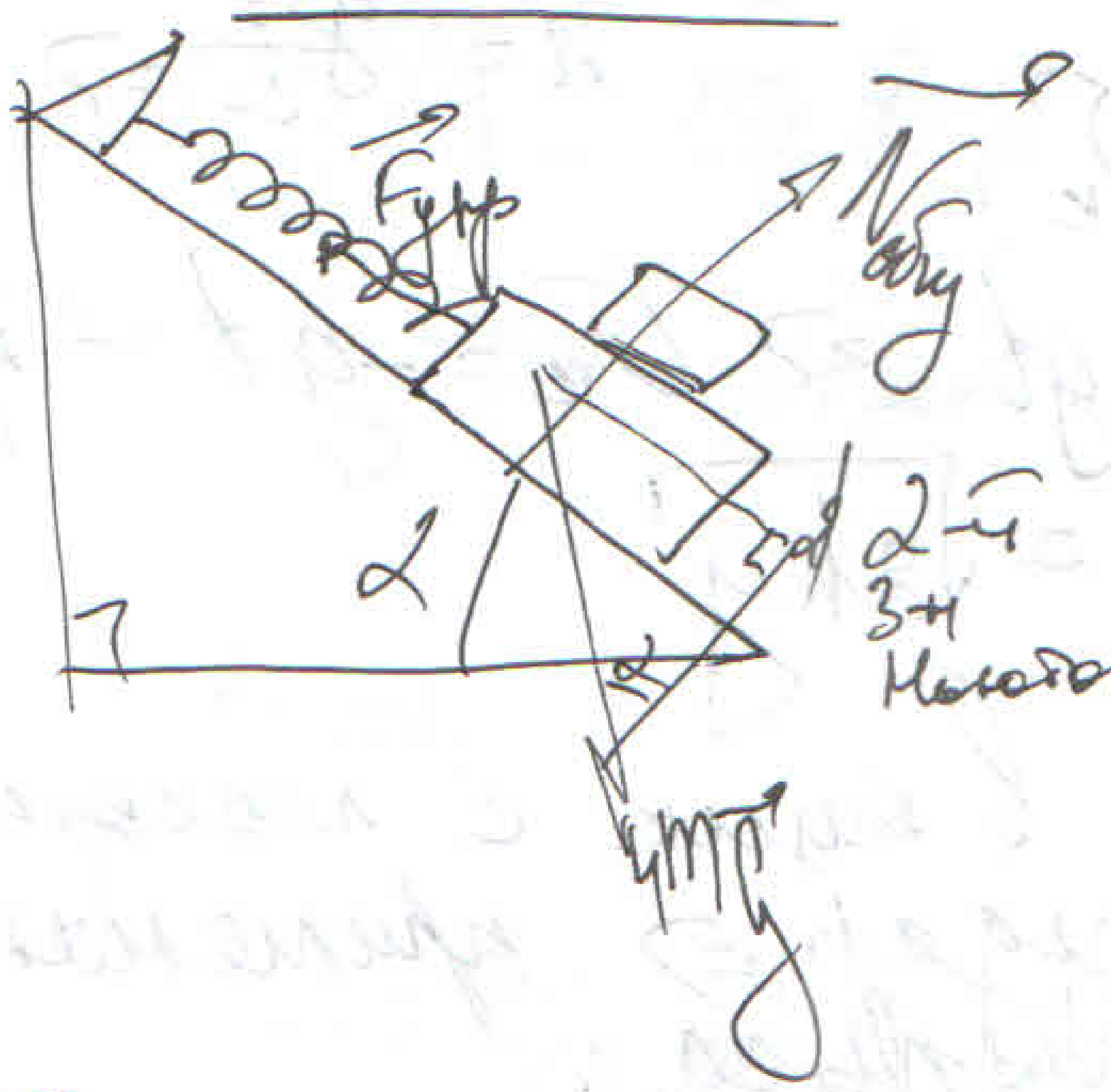
$$\Delta E = 1 \cdot 10 \cdot 5 - \frac{5 \cdot 1 \cdot 36 \cdot 3}{2 \cdot 6} = 50 - 15 = 35 \text{ Дж}$$

Ответ: ~~35 Дж~~.

Задача 3

Дано:
$\alpha, 3m, m, A, k.$
$\mu - ?$

Решение:



1) т.к. система совершает колебательные действия $\Rightarrow$

$A = W V_m;$

[illegible] $4m\ddot{x} = -k \cdot x;$

$\sin\alpha \, 4m\ddot{x} + kx = 0$

$$\begin{cases} \ddot{x} + \frac{k}{\sin\alpha \, 4m}x = 0 \\ \ddot{x} + W^2 x = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$W = \sqrt{\frac{k}{4m\sin\alpha}} \Rightarrow V_m = \frac{A}{W} = A\sqrt{\frac{4m\sin\alpha}{k}};$$

3)

Надо найти μ, чтобы не было проскальзывания между шайбой и бруском:

OY: $F_{тр} - mg\sin\alpha = ma$ 2-й 3-н Ньютона

OX: $N_1 = mg\cos\alpha$,

где $ma = F_{инерции}$;

$$a = \frac{V_m^2}{A};$$

$$\Rightarrow \mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha = m\frac{V_m^2}{A}$$

$$\mu = \left(\frac{V_m^2}{A} + g\sin\alpha\right) / (g\cos\alpha);$$

продолжение на др. листе.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119282

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр ____________________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

(продолжение задачи (3)

$$\mu = \frac{\frac{A^2\left(\frac{\upsilon m \sin\alpha}{k}\right)}{A} + g\sin\alpha}{g\cos\alpha}$$

$$\mu = \frac{A\cdot\upsilon m \sin\alpha + kg\sin\alpha}{kg\cos\alpha}$$

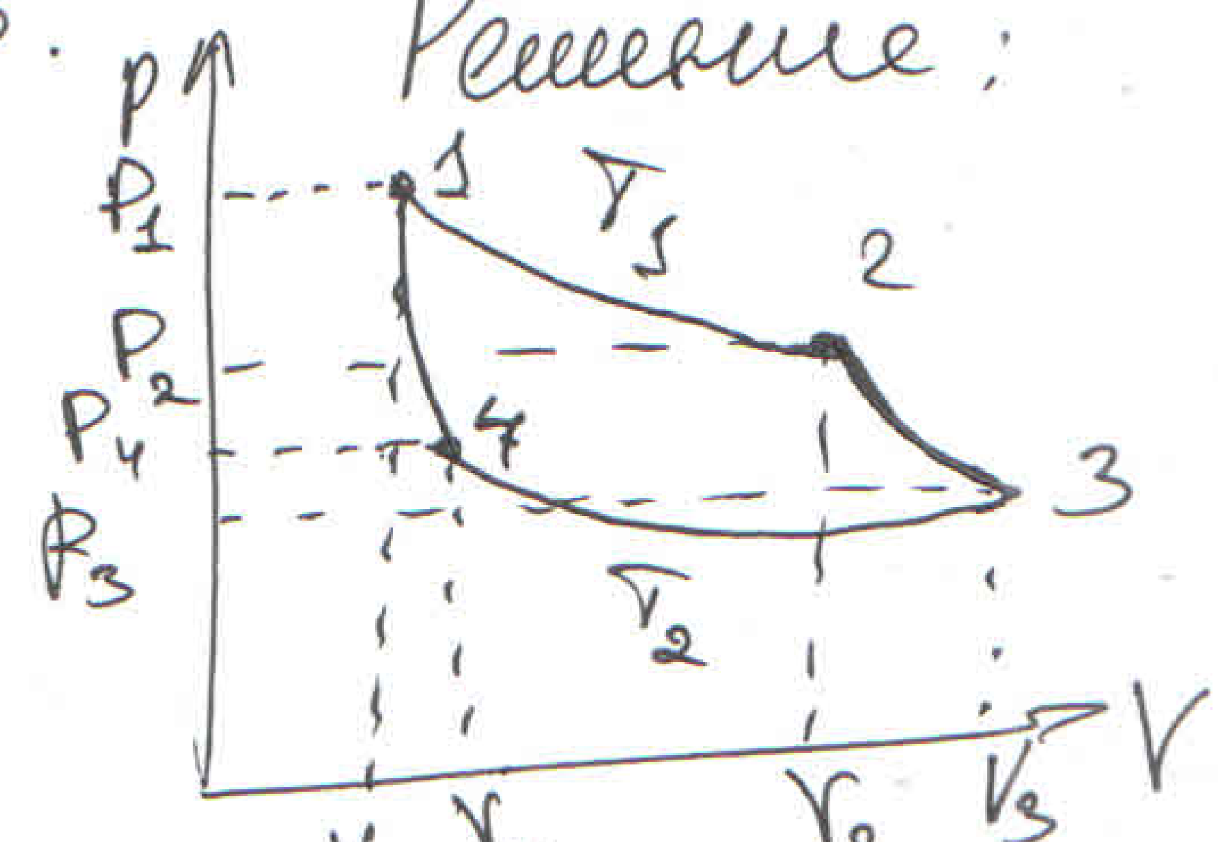
$$\mu = tg\,\alpha\,\frac{\upsilon m A + kg}{kg} = tg\,\alpha\left(\frac{\upsilon m A}{kg} + 1\right)$$ +

Ответ: $\mu = tg\,\alpha\left(\frac{\upsilon m A}{kg} + 1\right)$

Задача 6.

Дано:
цикл Карно
$\nu = 1$ моль
идеальный газ
η, A
$T_н$ - ?

Решение:



Т.к. представлен цикл Карно
$$\Rightarrow \eta = \frac{T_н - T_х}{T_н} = 1 - \frac{T_х}{T_н}$$

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

$$T_н = \frac{T_х}{\eta - 1}$$

$$T_х = T_н(\eta - 1)$$

$$T_2 = T_1(\eta - 1)$$

$T_1 = T_н$; $T_2 = T_х$;

$$A_{23} = A = \nu R(T_2 - T_1)\ln\frac{T_2}{T_1}$$?

($\int A$ получилось после интегрирования)

$$\frac{A}{\nu R} = T_1(\eta - 2)\ln(\eta - 1)$$

$$T_1 = \frac{A}{\nu R(\eta - 2)\ln(\eta - 1)} \Rightarrow$$ ~~Ответ: $T_1 = \frac{A}{R(\eta-2)\ln(\eta-1)}$~~;

$T_1 = \frac{A}{R} \cdot \frac{1}{(\eta-2)\ln(\eta-1)}$ 0,25

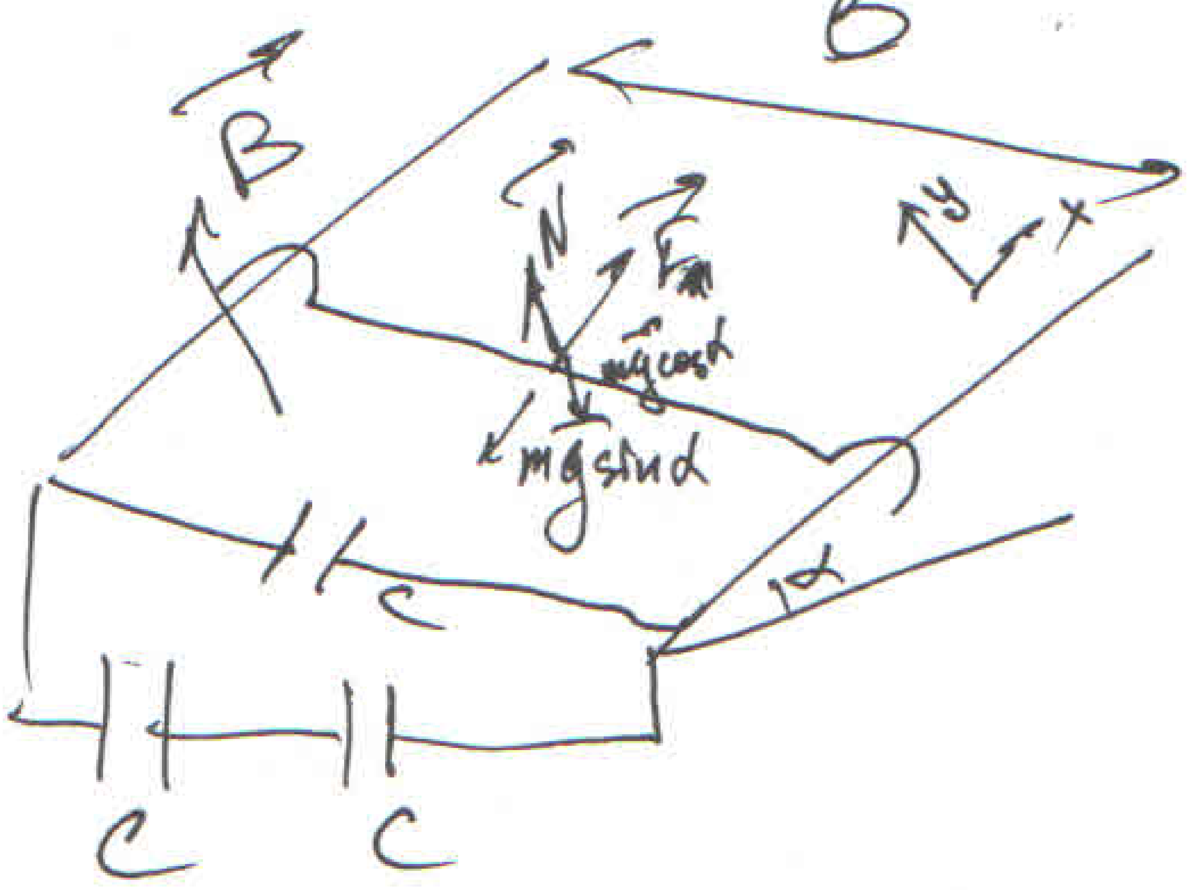
Ответ: $\frac{A}{R} \cdot \frac{1}{(\eta-2)\ln(\eta-1)}$; ?

$T = \frac{2A}{3R\nu\eta}$!

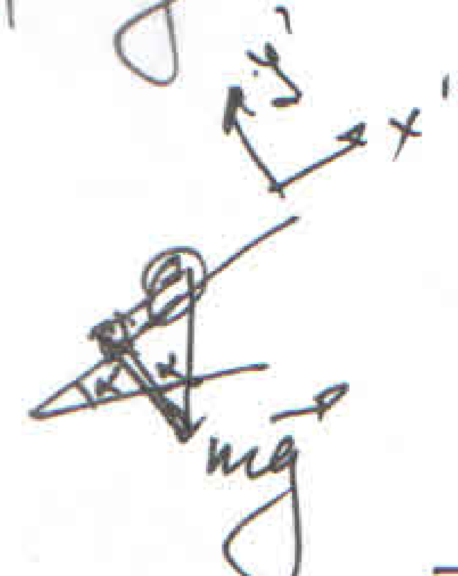
Задача 10.

Дано:
B, α, b,
C

a − ?



2-й з-н Ньютона:
$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F}_{эл} + m\vec{g}$



Решение:

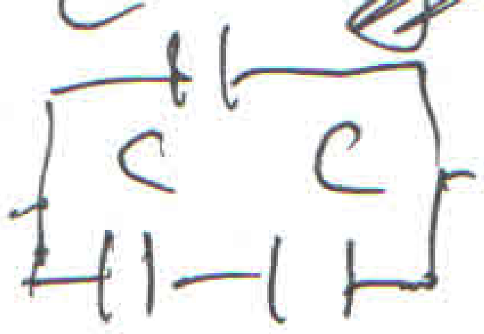
1. На перемычку ~~вдоль оси~~ действует сила Лоренца, направленная вдоль оси OX:

OX: ~~$ma = F_л + mg\sin\alpha$~~

$ma = F_{эл} + mg\sin\alpha$

$a = \frac{F_{эл} - mg\sin\alpha}{m}$

~~Найдем~~ Преобразуем систему конденсаторов в 1-н конденсатор:



~~Расположены~~ Соединены последовательно:

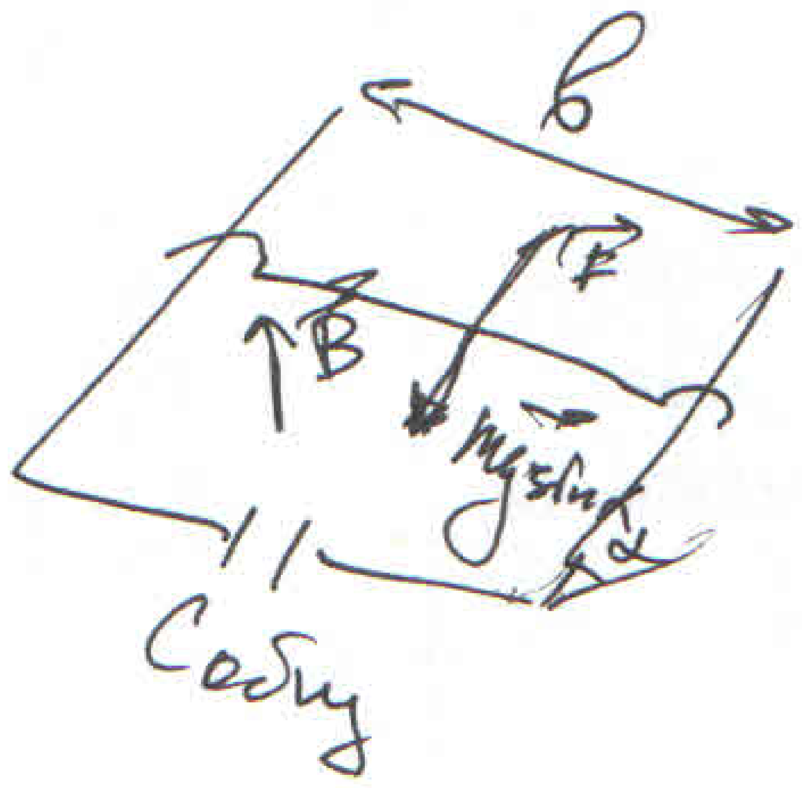
$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \Rightarrow C_1 = \frac{C}{2}$

$C_{общ} = C + \frac{C}{2} = \frac{3C}{2} \Rightarrow$

$F_{эл} = \cancel{I} B L \overbrace{\sin 90}^{1} = vBL$

$L = b \Rightarrow F_{эл} = vBb$;

$a = \frac{\cancel{I}Bb - mg\sin\alpha}{m}$



Найдем $\cancel{I}$:

$I = \frac{q}{t} = \frac{C_{общ}U}{t} = \frac{3}{2}C \cdot \frac{U}{t}$;

?

$a = ?$

0,5

Задача 9

$q = 5$ нКл

$I = 0{,}8$ мА

$T = 2\pi \cdot 10^{-5}$ с.

$I_m - ?$

Решение: т.к. происходят ~~колебания~~ в электромагнитные колебания =>

$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$;

~~Зависимость I и~~

~~З-н изменения q и I в колебательном конт…~~

~~$I = I_m \cos(\omega t)$~~;

q по опред; возьмем производную:

$I = \frac{q}{t} \Rightarrow dI = \frac{dq}{dt}$; $I = \int \frac{dq}{dt} = \frac{q}{t}$;

$q = q_m \cdot \cos(\omega t)$ $\qquad \frac{dq}{dt}$ - производная от q.

$I = I_m \sin(\omega t) = q_m \omega \sin(\omega t)$;

$\frac{q}{I} = \mathrm{ctg}\,\omega t \cdot \frac{1}{\omega} \Rightarrow$ $\qquad$ сохр энергии в идеал. контур!

$\frac{q\omega}{I} = \mathrm{ctg}\,\omega t \Rightarrow t = \frac{\mathrm{arcctg}\frac{q\omega}{I}}{\omega} = \frac{\mathrm{arctg}\frac{q \cdot 2\pi}{IT}}{2\pi} \cdot T$

$\Rightarrow I_m = \frac{I}{\sin(\omega t)}$;

Найдем t: $t = \mathrm{arctg}\left(\frac{5 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{5}}{\frac{2}{5} \cdot 10^{-3}}\right) \cdot 10^{-5} = \mathrm{arctg}\left(\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}\right) 10^{-5} = \frac{\pi}{4} \cdot 10^{-5}$ с

$I_m = \frac{0{,}8 \cdot 10^{-3}}{\sin(10^{-5} \cdot 10^{5} \cdot \frac{\pi}{4})} = \frac{0{,}8 \cdot 10^{-3}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{2\sqrt{2}}{5} \cdot 10^{-3}$ А

Ответ: $\frac{2\sqrt{2}}{5}$ мА. $\qquad$ 0,5

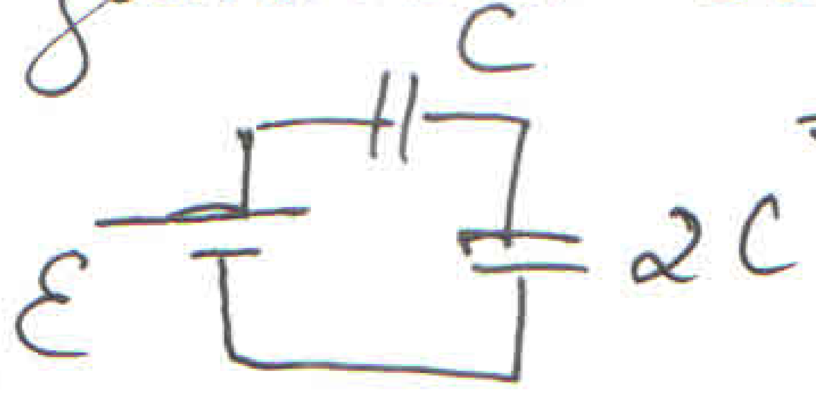
Задача 8:

$\varepsilon, C, 2C$

$Q - ?$

Решение: конденсаторы соедин… последовательно

1) до замыкания: $\frac{1}{C_{общ1}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C}$



$\Rightarrow C_{общ1} = \frac{2C}{3}$;

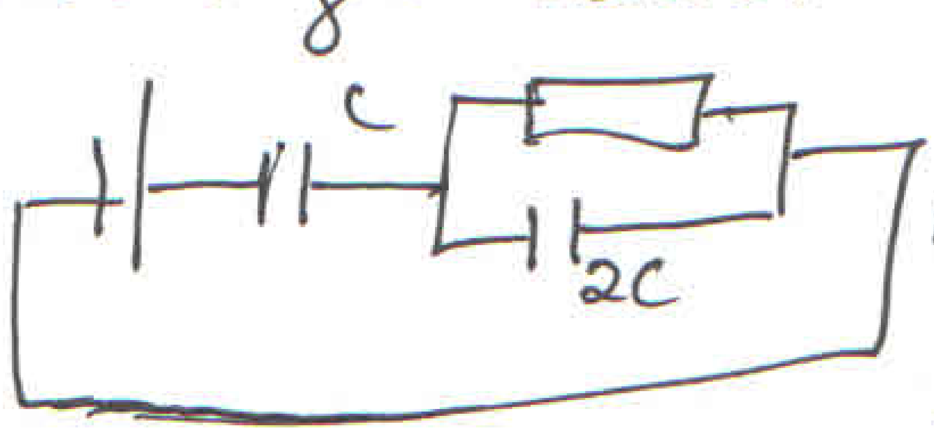
В резисторах накопится суммарная энергия:

$W_1 = \frac{C_{общ} U^2}{2}$; $U = \mathcal{E} \Rightarrow W_1 = \frac{2C}{6}\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{3}$ +;

$q = \mathcal{E} C_{общ\,1} = \mathcal{E} \cdot \frac{2C}{3}$;

? C_1

Ключ K замыкают: $W_2 = \frac{C_{общ}\mathcal{E}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{3}$ (конденсаторы соединены последовательно)



$A_{вн} + A_{сист} = W_2 - W_1 + Q$;

$A_{вн} = 0 \Rightarrow Q = A_{ист} + W_1 - W_2 = \frac{\mathcal{E}^2 \cdot 2C}{3} + \frac{C\mathcal{E}^2}{3} - W_2$;

$A_{ист} = q\mathcal{E}$

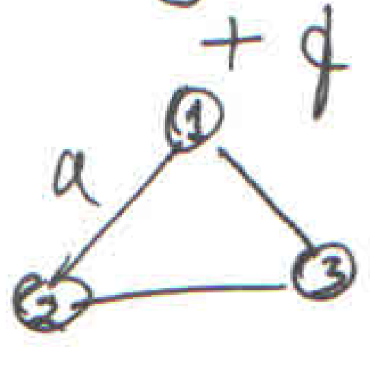
$= \frac{\mathcal{E}^2 \cdot 2C}{3} + \frac{C\mathcal{E}^2}{3} - \frac{C\mathcal{E}^2}{3}$

$Q = \frac{\mathcal{E}^2 \cdot 2C}{3}$;

0,8

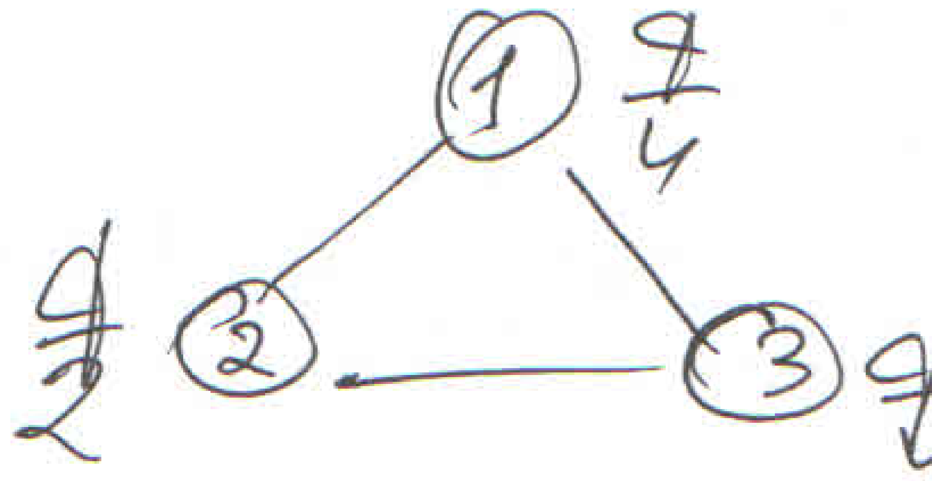
Ответ: $\frac{2}{3} C\mathcal{E}^2 = Q$;

Задача 7.



1). Когда соединили 2 шарика, один из которых имел заряд $+q$, то у каждого из шариков стал заряд $\frac{q}{2}$; т.е $q_1' = \frac{q}{2} = q_2$

2) Когда соединили шарик 1 и 3, то через некоторое время на них ~~образовались~~ установились заряды $\frac{q}{4}$: $q_1'' = \frac{q}{4} = q_3 \Rightarrow$



$\Rightarrow E_p = \frac{q_2^2}{4\pi\varepsilon_0 a} + \frac{q_1''^2}{4\pi\varepsilon_0 a} + \frac{q_3^2}{4\pi\varepsilon_0 a} =$

$= \frac{\frac{q^2}{4} + \frac{q^2}{16} + \frac{q^2}{4}}{4\pi\varepsilon_0 a} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 a}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{16}\right) =$

$= \frac{9q^2}{64\pi\varepsilon_0 a}$

Ответ: $\frac{9q^2}{64\pi\varepsilon_0 a} = E_p$;

0,5

где энергия взаимодействия?