

+ *А. Витков*

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119275

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Ошечай Михаил Ярославович

Город, № школы (образовательного учреждения) Мытищи ЧБОУ СОШ №31

Регистрационный номер LM 0757

Вариант задания 1

Дата проведения " 19 " 03 20 17 г.

Подпись участника *Ошечай*



75 сентября 1976 *Андр*

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119275

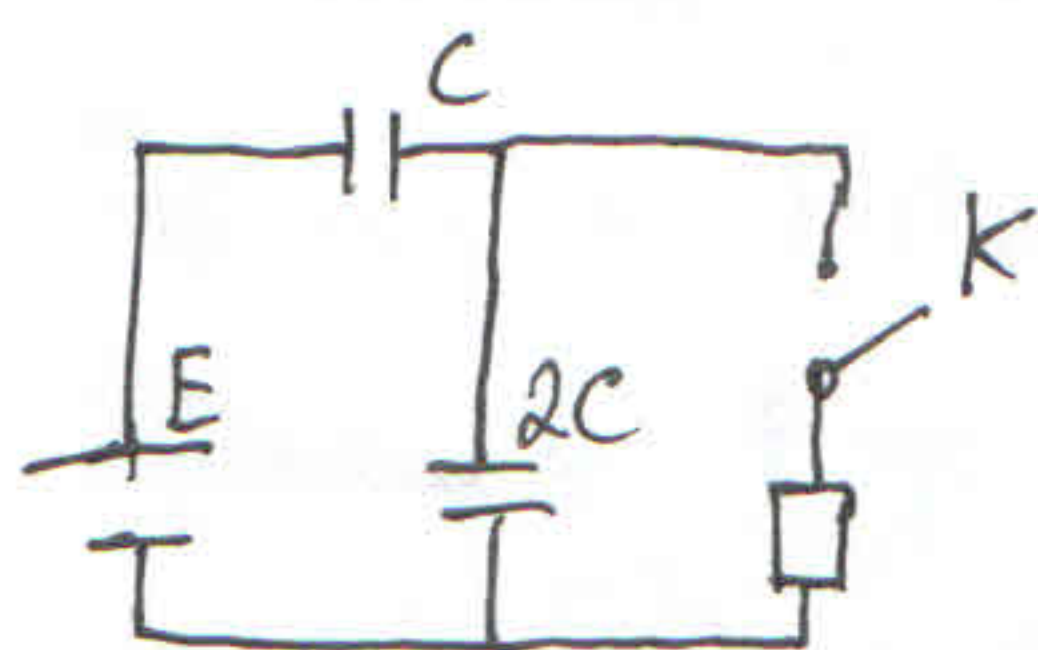
|   |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7  | 8  | 9  | 10 |    |
| 8 | 0 | 8 | 10 | 5 | - | 10 | 10 | 12 | 12 | 75 |
|   |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

Задача 8



Общая ёмкость

$$C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2C^2}{3C} = \frac{2}{3}C$$

Общий заряд

$$q_0 = q_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} CE = \frac{CE}{3}$$

Напряжения на конденсаторах

$$U_1 + U_2 = E$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{2C}{C} = 2$$

$$U_1 = \frac{2}{3}E$$

$$U_2 = \frac{E}{3}$$

Зарезервированная энергия

$$W_1 = \frac{CU_1^2}{2} = \frac{4CE^2}{18}; \quad W_2 = \frac{2CU_2^2}{2} = \frac{2CE^2}{18}$$

После замыкания энергии сосредоточены в C

$$W_3 = \frac{CE^2}{2}$$

$$\Delta W = W_3 - (W_1 + W_2) = \frac{CE^2}{2} - \frac{CE^2}{3} = \frac{CE^2}{6}$$

$$A = \Delta \Phi E$$

Изменение заряда

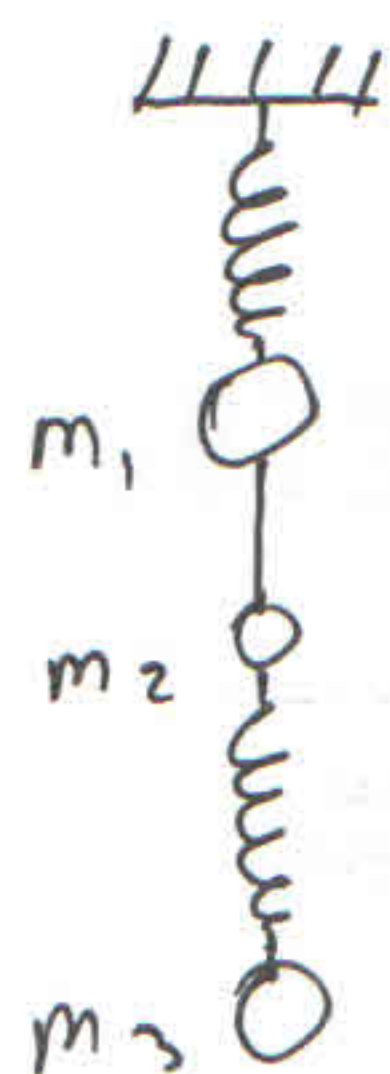
$$\Delta \Phi = \Phi_3 - \Phi_1 = CE - \frac{2}{3}CE = \frac{1}{3}CE$$

$$A = \Delta \Phi E = \frac{CE^2}{3}$$

$$Q = A - \Delta W = \frac{3CE^2}{3} - \frac{CE^2}{6} = \frac{CE^2}{6}$$

Ответ:  $Q = \frac{CE^2}{6}$





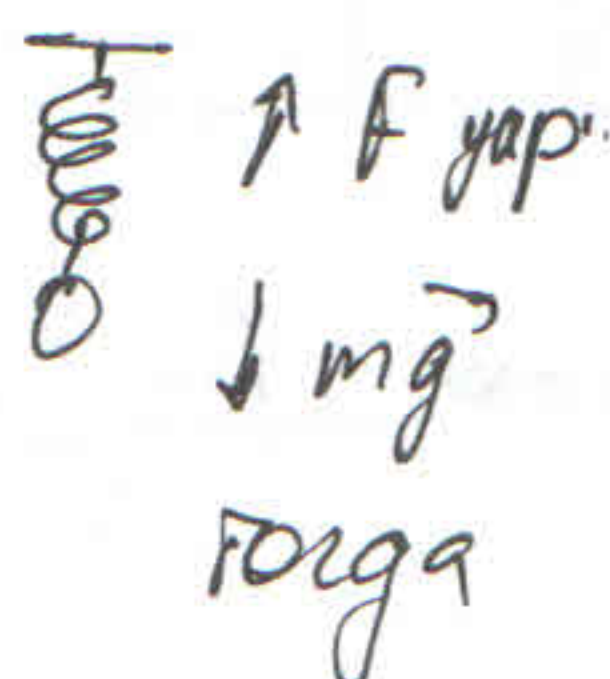
Задача №2

Две тела 1 тогда по 3 закону Кеплера

$$T = g(m_2 + m_3) = g(1 + 2) = 30 \text{ Н}$$

$$(1) F_{\text{упр.}} = g(m_1 + m_2 + m_3) = 10(5 + 2 + 1) = 80 \text{ Н}$$

В момент переключения цепи действуют



$$F = ma$$

$$m\vec{g} + F_{\text{упр.}} = m_1 \vec{a}$$

$$(2) \text{ Оу: } F_{\text{упр.}} - m_1 g = m_1 a$$

$$(1) \text{ в } (2)$$

$$m_2 g + m_3 g = m_1 a$$

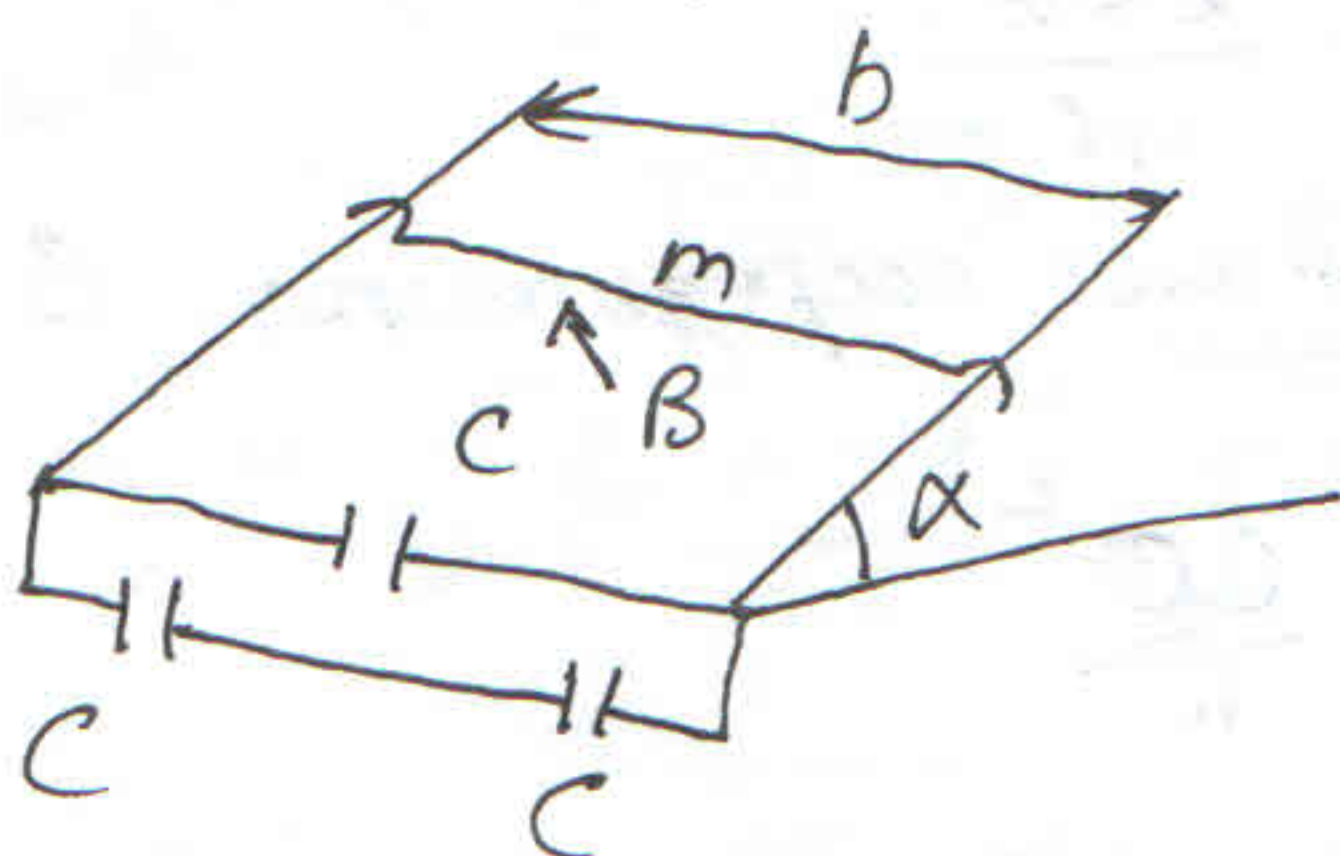
$$a = \frac{g(m_2 + m_3)}{m_1}$$

$$a^2 = 30$$

$$a = \sqrt{30}$$

Ответ: 1) ? 2)  $\sqrt{30} \text{ м/с}^2$

Задача №10



$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{C \Delta E}{\Delta t} = \frac{C b B \Delta v}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow I = C b B a$$

$$C_{\text{дв}} = \frac{2}{3} C$$

по 2 закону Кеплера

$$mg \sin \alpha - I b B = ma$$

$$mg \sin \alpha - \frac{3}{2} C b^2 B^2 a = ma$$

$$a = \frac{mg \sin \alpha}{m + \frac{3}{2} C b^2 B^2}$$

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



### Задача №3

Качало оси координат в положении равновесия

по 2 закону Ньютона

$$Ox: m \cdot x'' = F_{\text{сп}} + mg \sin \alpha \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{4m}}, \text{ тогда } x = A \sin \omega t \quad (2)$$

(2) в (1)

$$F_{\text{сп}} = mA \omega^2 \sin \omega t - mg \sin \alpha, \text{ тогда } \max$$

значения  $F_{\text{сп}}$  за одно колеб.

$$F_{\text{сп max}} = mA \omega^2 + mg \sin \alpha$$

$F_{\text{сп max}} \leq F_{\text{сп max доп}}$

$$mg \sin \alpha + mA \omega^2 \leq \frac{N}{3} \quad (3)$$

по 2 закону Ньютона для бруса:

$$N = 3mg \cos \alpha \quad (4)$$

$$(4) \text{ в } (3) \Leftrightarrow A \leq \frac{1}{3} \tan \alpha + \frac{kA}{12mg \cos \alpha}$$

Ответ:  $\frac{1}{3} \tan \alpha + \frac{kA}{12mg \cos \alpha}$

Задача №4



$$\vec{F} = 1 \cdot \vec{g} + 5 \vec{g} + \vec{P}(t) \quad ?$$

$P(t)$  - нормальная реакция опоры

Шарики системы не сохранились д.к. система суммарный мом. направлен вниз и вправо, после падения только вправо

проекция  $\vec{F}$  на ось  $x$  сохраняется

$$m_a \cdot v_a = (m_n + m_a) \cdot v_{\text{сов}}$$



$$5.6 = (1+5) \cdot u_c$$

$$u_c = 5 \text{ м/с}$$

Скорость камня во время падения (к - камень, а - земля)

$$V = gt \quad t = \sqrt{\frac{5 \cdot 2}{g}}; \quad V = 10 \text{ м/с}$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{m_k V_k^2}{2} + \frac{m_a V_a^2}{2} = \frac{(m_k + m_a) \cdot u^2}{2} + \Delta W$$

$$\Delta W = \frac{1 \cdot 10^2}{2} + \frac{5 \cdot 6^2}{2} - \frac{(1+5) \cdot 5^2}{2} = 50 + 90 - 75 = 65$$

Ответ:  $\Delta W = 65 \text{ Дж}$  (+)

Задача 13

$$T = 2\pi \cdot 10^{-5} \text{ с}$$

$$q = 5 \text{ нКл} \quad I = 0,9 \text{ мА} \quad I_m = ?$$

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

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

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

$$LC = \frac{1}{\omega^2} = \frac{I^2}{4\omega^2}$$

$$I_m^2 = \frac{q^2 \cdot 4\omega^2}{I^2} + I^2$$

$$I_m = \sqrt{\frac{q^2 \cdot 4\omega^2}{I^2} + I^2} = \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-18} \cdot 4 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-10}} + 0,81 \cdot 10^{-8}}$$

$$= \sqrt{25 \cdot 10^{-8} + 64 \cdot 10^{-8}} = 9,43 \cdot 10^{-4} \text{ А}$$

Ответ:  $9,43 \cdot 10^{-4} \text{ А}$  (+)



119275

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |

Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

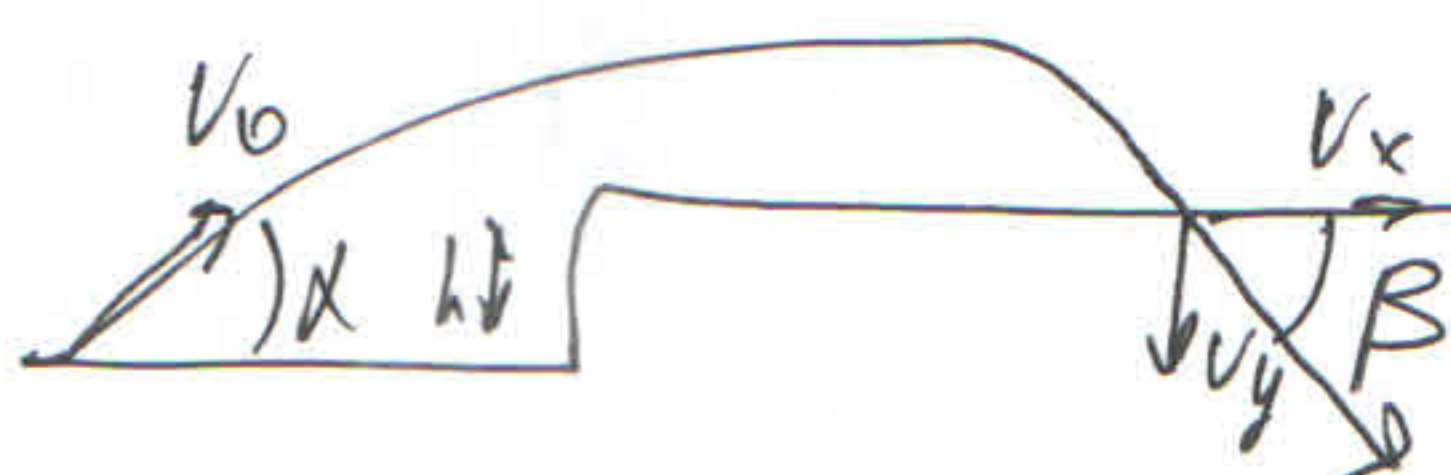
Вариант № 1

Задача №1

$$\alpha \approx 60^\circ$$

$$V \approx 10 \text{ м/с}$$

$$h \approx 2 \text{ м}$$



По закону сохранения энергии

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + mgh$$

$$V_0^2 = V^2 + 2gh$$

$$V^2 = V_0^2 - 2gh$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - 2gh} = \sqrt{100 - 2 \cdot 10 \cdot 2} = \sqrt{60} \text{ м/с}$$

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

$$V_0 \cos \alpha = V \cos \beta$$

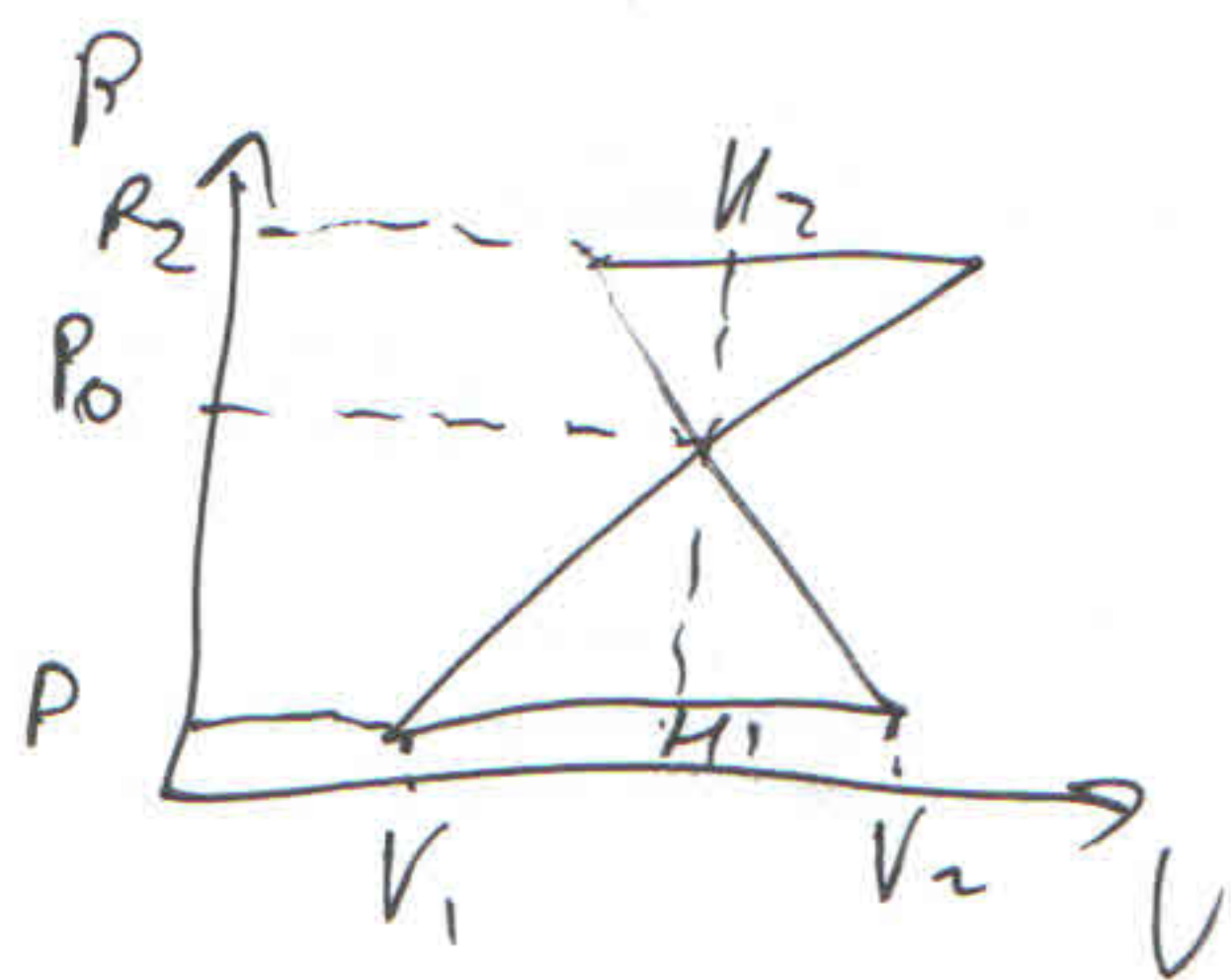
$$V_x = V \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{V_0 \cos \alpha}{V} = \frac{10 \cdot \frac{1}{2}}{\sqrt{60}} = \frac{5}{\sqrt{60}} = \frac{5}{2\sqrt{15}}$$

$$\beta = \arccos \frac{5}{2\sqrt{15}} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$$

Ответ:  $\beta \approx 65^\circ$





Задача 5

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$P_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 - V_1 = 10 \text{ м}^3 = 10^{-2} \text{ м}^3$$

$$P_{120} = \frac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-2}}{2} = 1000$$

$$P_{034} = \frac{Q_{H_2}(4-3)}{2} = \frac{(4-3)}{(2-1)} = k$$

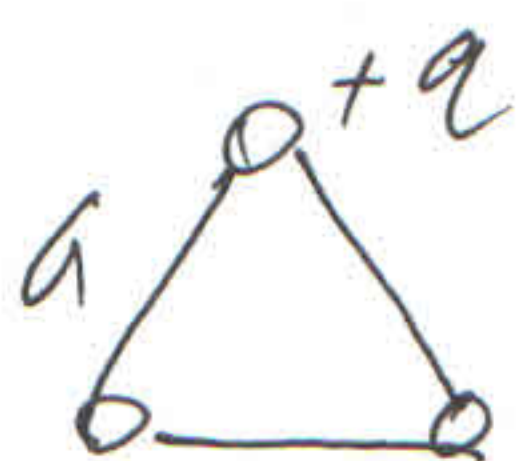
$$P_{012} = \frac{Q_{H_1}}{2} (2-1) = \frac{Q_{H_2}}{Q_{H_1}} = k$$

$$\frac{P_{034}}{P_{012}} = \frac{Q_{H_2}(4-3)}{Q_{H_1}(2-1)}$$

$$P_{034} = k^2$$

$$k = \frac{P_2 - P_0}{P_0 - P_1} = \frac{4 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^5 - 10^5} = \frac{10^5(4-3)}{10^5(3-1)} = \frac{1}{2}$$

Задача 7



1.  $q_1 = q$

2.  $q_1 = q_2 = \frac{q}{2}$

3.  $q_1 = q_3 = \frac{q}{4}$

Поле перераспределения зарядов

$$W = \frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( q_1 \left( \frac{q_2}{a} + \frac{q_3}{a} \right) + q_2 \left( \frac{q_1}{a} + \frac{q_3}{a} \right) + \right.$$



$$\begin{aligned}
 \left( \frac{1}{2} \left( \frac{q_1}{a} + \frac{q_2}{a} \right) \right) &= \frac{1}{2 \cdot 4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q}{4} \left( \frac{3q}{4a} \right) + \frac{q}{2} \left( \frac{2q}{4a} \right) + \right. \\
 &+ \left. \frac{q}{4} \left( \frac{3q}{4a} \right) \right) = \frac{1}{2 \cdot 4\pi\epsilon_0} \left( \frac{3q^2}{16a} + \frac{4q^2}{16a} + \frac{3q^2}{16a} \right) = \\
 &= \frac{1}{2 \cdot 4\pi\epsilon_0} \frac{10q^2}{16a} = \frac{5q^2}{64\pi\epsilon_0}
 \end{aligned}$$

Other:  $W = \frac{5q^2}{64\pi\epsilon_0} \quad (+)$