

+ 1 августа

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119318

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Полещиков Евгений Викторович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, школа №354

Регистрационный номер ММ 2067

Вариант задания 3

Дата проведения « 19 » марта 2017 г.

Подпись участника



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	4	8	10	10	10	10	5	—	—	65

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

1) Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$V_0 = 20 \text{ м/с}$$

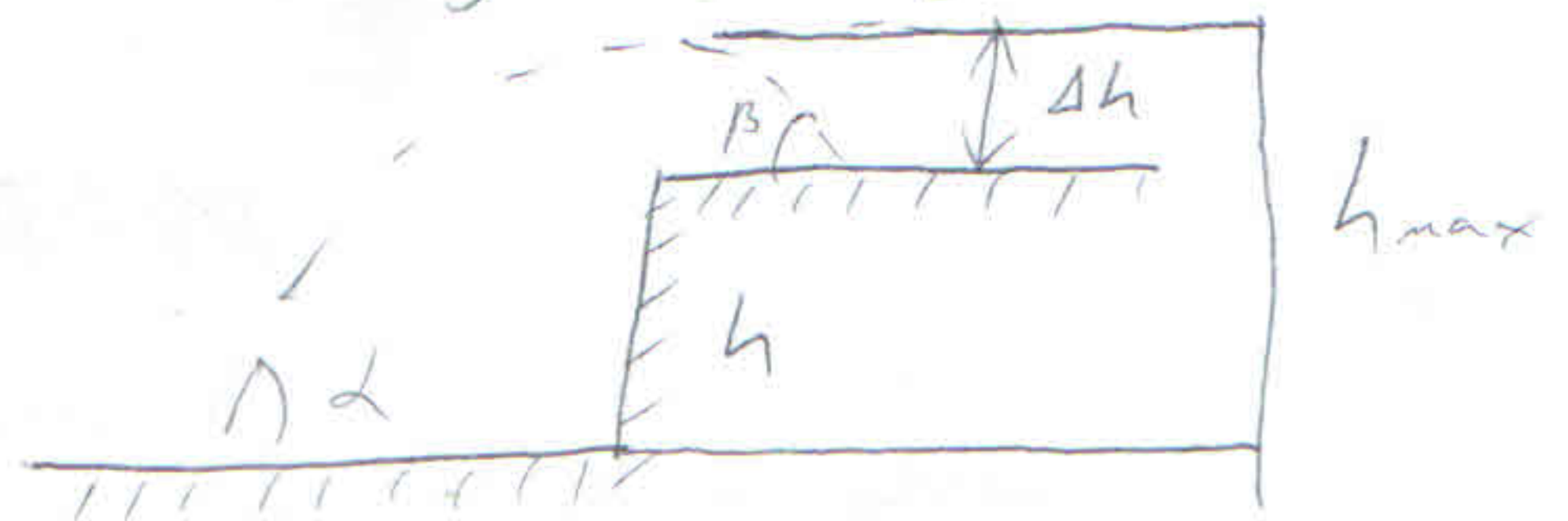
$$h = 5 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти:

β - ?

Решение:



Так $\alpha = 45^\circ$, а $V_0 = 20 \text{ м/с}$,

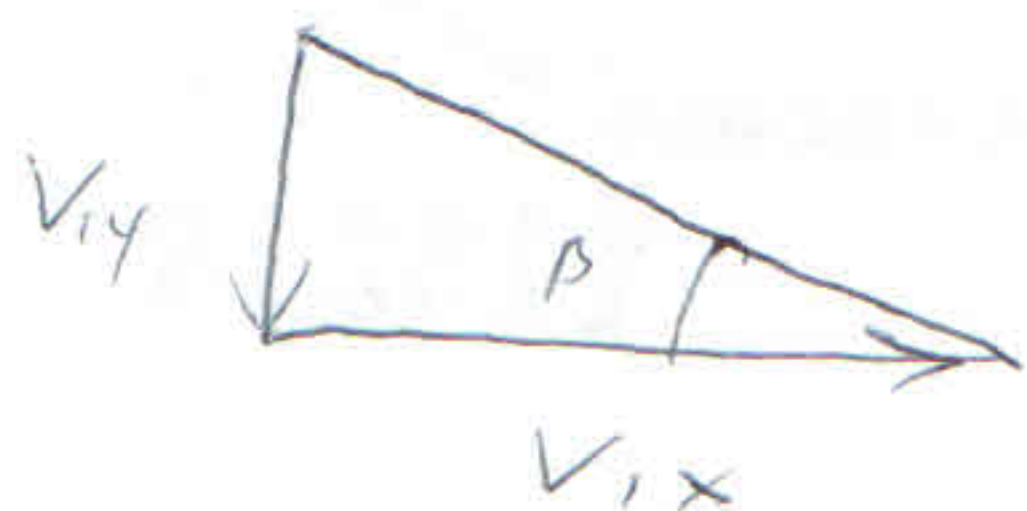
то $V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$;

$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$;

Тогда время подъёма до максимальной высоты h_{\max} равно $\frac{V_{0y}}{g} = \frac{10\sqrt{2} \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = \sqrt{2} \text{ с}$, значит высота

подъёма $h_{\max} = 10\sqrt{2} \text{ м/с} \cdot \sqrt{2} \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (\sqrt{2} \text{ с})^2}{2} = 10 \text{ м}$

Разница между максимальной высотой и высотой смещения $\Delta h = 10 \text{ м} - 5 \text{ м} = 5 \text{ м}$, тогда время падения на смещение $\Delta h = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot t^2}{2} = 5 \text{ м} \Rightarrow t = 1 \text{ с}$, значит скорость по оси y и моменту падения $V_{iy} = g t = 10 \text{ м/с}$, а по оси x : $V_{ix} = V_{0x} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$



Значит $\beta = \arctg \frac{V_{iy}}{V_{ix}} = \arctg \frac{10 \text{ м/с}}{10\sqrt{2} \text{ м/с}}$
 $= \arctg \frac{1}{\sqrt{2}}$

Ответ: $\arctg \frac{1}{\sqrt{2}}$

(4) (8)

3) Дано:

$l; m;$

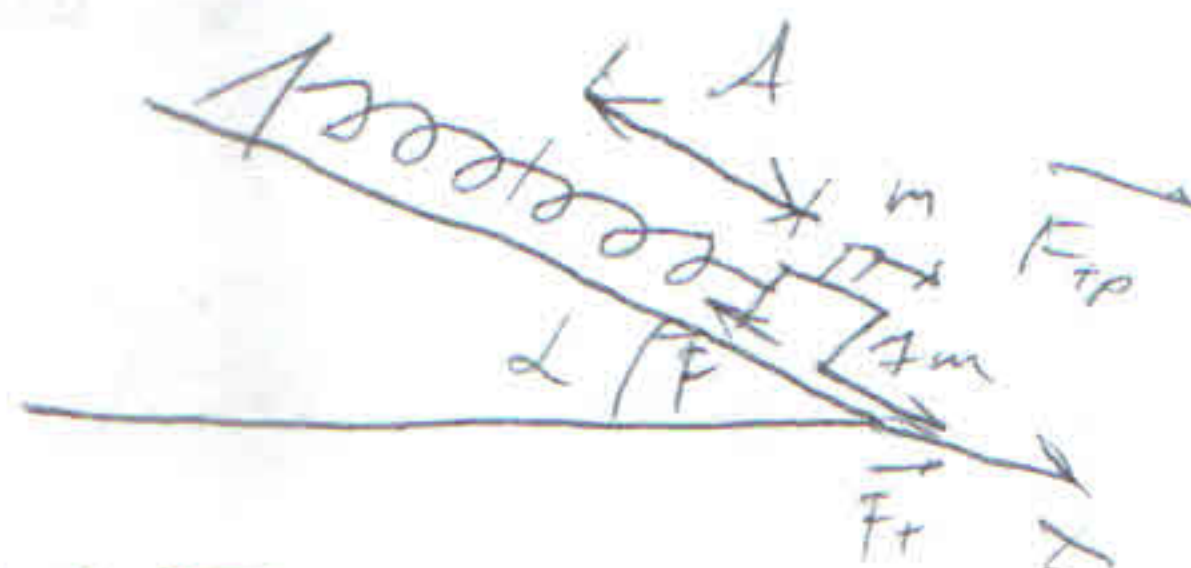
$7m; A;$

k

Найти:

$\mu - ?$

Решение:



Решение:

В равновесии равновесие

Тогда по II 3-Н.:

$$\vec{F}_r + \vec{F} = 0$$

$$Ox: F = F_r; F = mg \cdot \sin \alpha$$

$$F = (m + 7m)g \cdot \sin \alpha$$

$kx = 8mg \cdot \sin \alpha$, тогда удлинение пружины
 в равновесии $x = \frac{8mg \cdot \sin \alpha}{k}$

Значит при максимальном растяжении удлинение
 пружины $x_{\max} = x + A$

Тогда ^{максимальная} сила, действующая на пружину с маятником

$$F_1 = k \left(\frac{8mg \sin \alpha}{k} + A \right) = 8mg \sin \alpha + kA$$

Условие ~~справки~~ маятника не соскальзывает: $F_{Tp} = F_1 =$

$$= 8mg \sin \alpha + kA$$

или нет?

$$mg \mu \cos \alpha = 8mg \sin \alpha + kA \Rightarrow \mu = \frac{8mg \sin \alpha + kA}{mg \cos \alpha} =$$

$$= 8 \operatorname{tg} \alpha + \frac{kA}{mg \cos \alpha}$$

Ответ: $8 \operatorname{tg} \alpha + \frac{kA}{mg \cos \alpha}$

4) Дано:

$$m = 2 \text{ м}$$

$$M = 10 \text{ м}$$

$$h = 20 \text{ м}$$

$$V = 6 \text{ м/с}$$

Найти:

$$\Delta E = ?$$

Решение:



Во взаимодействии системы элементов ΔE равен суммарному изменению энергии системы $E_{\text{п}}$, а также разности кинетической энергии элементов до и после взаимодействия: ΔE_k .

$$E_{\text{п}} = mgh = 2 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м} = 400 \text{ Дж}$$

Кинетическая энергия груза до удара $E_{k1} =$

$$= \frac{Mv^2}{2} = \frac{10 \text{ м} \cdot (6 \text{ м/с})^2}{2} = 180 \text{ Дж}$$

После удара по 3-й и 4-й строкам груза

$$\text{с скоростью } V_1 = V \cdot \frac{M}{M+m} = 6 \text{ м/с} \cdot \frac{10 \text{ м}}{10 \text{ м} + 2 \text{ м}} = 6 \text{ м/с} \cdot \frac{10 \text{ м}}{12 \text{ м}} =$$

$$= 5 \text{ м/с}$$

Значит кинетическая энергия элементов после

$$\text{удара } E_{k2} = \frac{(m+M) \cdot (V_1)^2}{2} = \frac{(10 \text{ м} + 2 \text{ м}) \cdot (5 \text{ м/с})^2}{2} = \frac{12 \text{ м} \cdot 25 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2}$$

$$= 150 \text{ Дж}$$

$$\text{Тогда } \Delta E_k = 180 \text{ Дж} - 150 \text{ Дж} = 30 \text{ Дж}$$

$$\Delta E = E_{\text{п}} + \Delta E_k = 400 \text{ Дж} + 30 \text{ Дж} = 430 \text{ Дж}$$

$$\text{Ответ: } 430 \text{ Дж}$$



8) Дано:

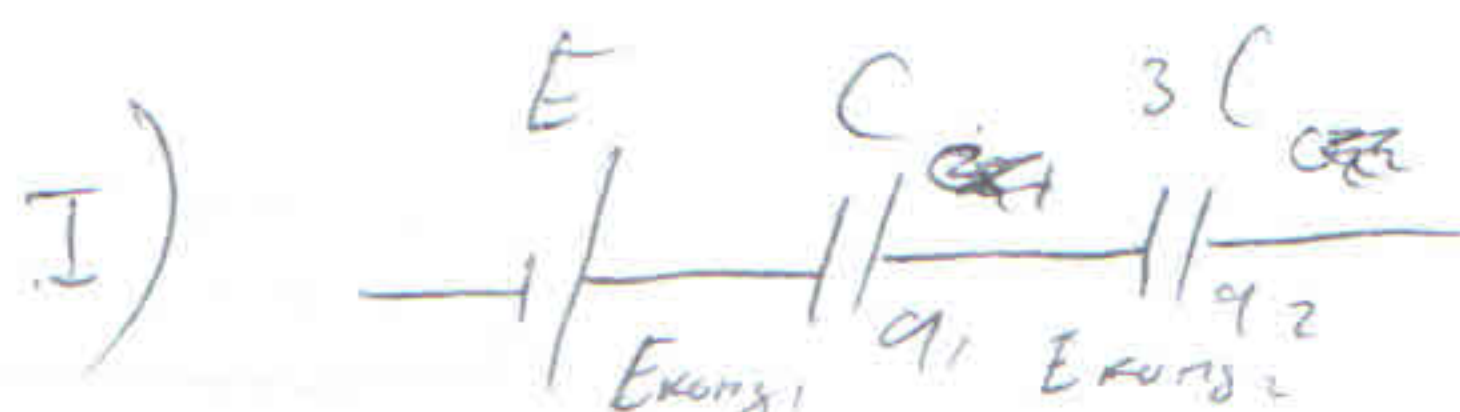
$E, C,$

$3C$

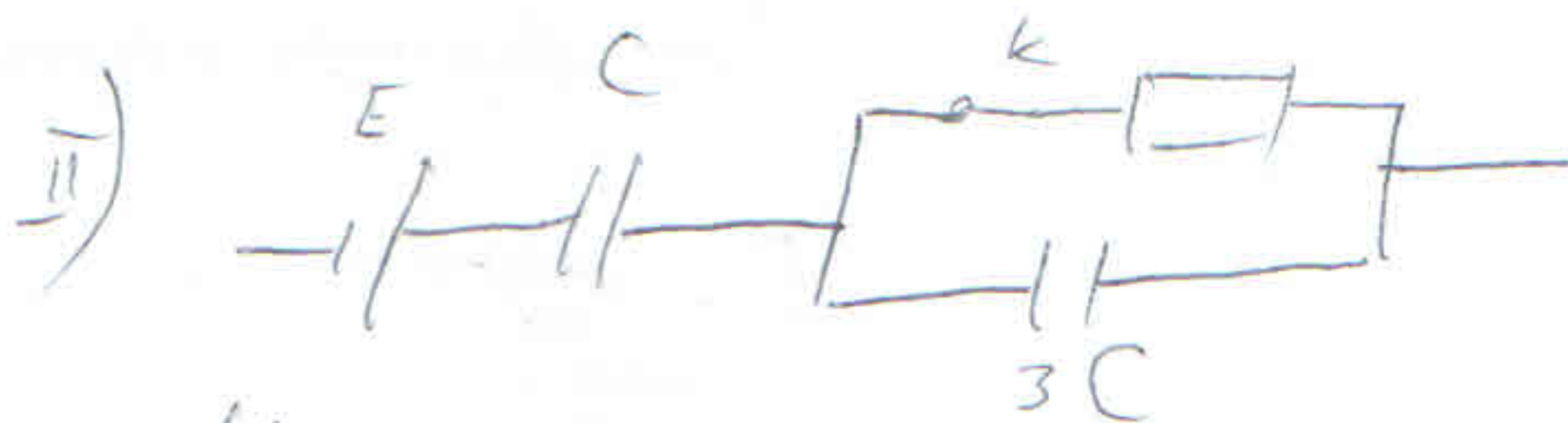
Найти:

$Q = ?$

Решение:



Условие замыкания цепи



Условие после замыкания цепи

До замыкания цепи: Т.к. соединены

последовательно, то $q_1 = q_2 \Rightarrow CU_1 = 3CU_2 \Rightarrow$

$$U_2 = \frac{U_1}{3}; \text{ Т.к. } E = U_1 + U_2, \text{ то } U_1 = \frac{3}{4} E, \text{ и}$$

$$U_2 = \frac{1}{4} E$$

Энергия конденсатора Φ $E_{\text{конг}} = \frac{q^2}{2C}$, значит

энергия второго конденсатора ($3C$) равна:

$$E_{\text{конг}2} = \frac{(3C \cdot \frac{1}{4} E)^2}{2 \cdot 3C} = \frac{\frac{9}{16} C^2 E^2}{6C} = \frac{1,5 CE^2}{16}$$

ожидаем!

После замыкания цепи: Т.к. второй конденса-

тор будет соединен с первым параллельно,

то все энергия второго конденсатора $E_{\text{конг}2}$

выделится на резисторе $\Rightarrow Q = E_{\text{конг}2} =$

$$= \frac{1,5 CE^2}{16}$$

$$Q_{\text{т.в.}} = \frac{1,5 CE^2}{16}$$

5

119318

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

7) Дано:

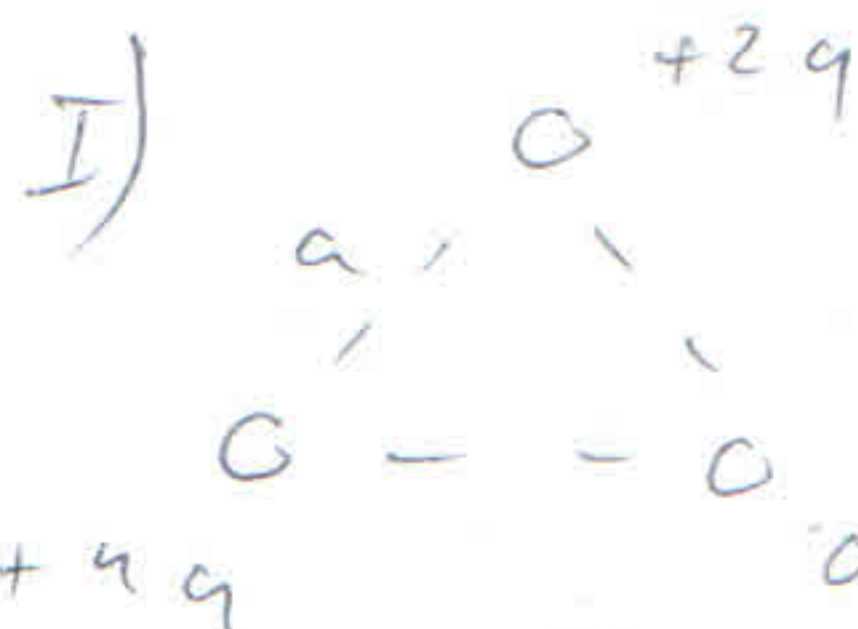
$a, 2a,$

$4a$

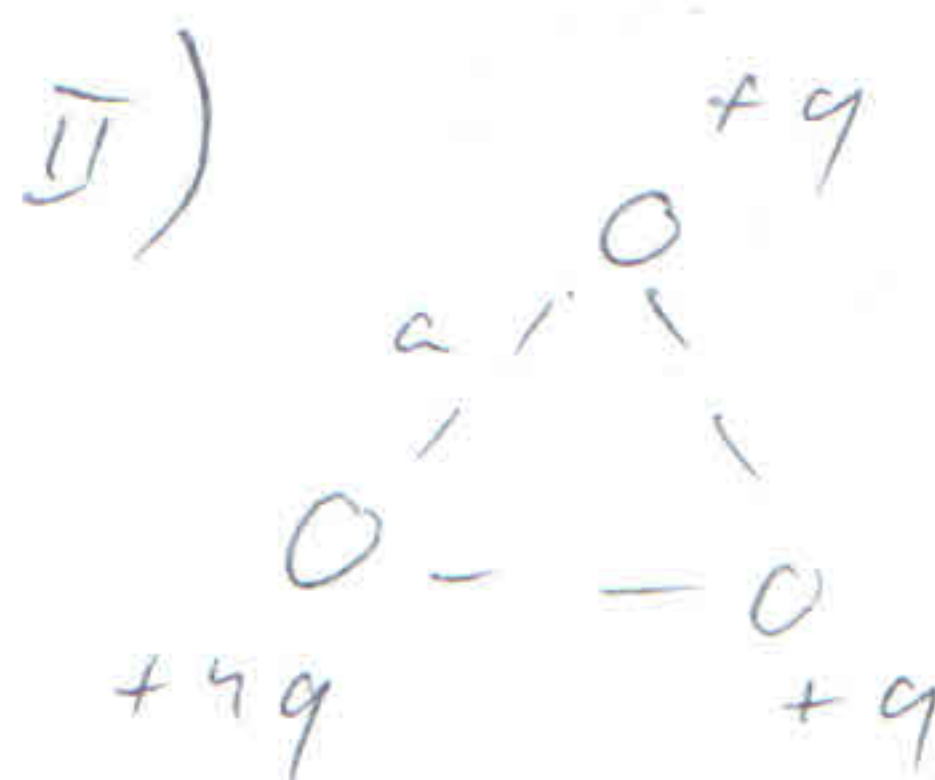
Найти:

$E = ?$

Решение:



До перераспределения зарядов



После перераспределения зарядов

Т.к. маркины одитированы, то во все соединения первого и третьего маркина на парном будет заряд $+q$.

Энергия взаимодействия зарядов $E_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r}$,

значит энергия взаимодействия первого и второго маркина $E_{12} = \frac{k \cdot q \cdot 4q}{a}$; первого и

третьего $E_{13} = \frac{k \cdot q \cdot q}{a}$; второго и третьего

$E_{23} = \frac{k \cdot 4q \cdot q}{a}$, а общая энергия системы

$$E = E_{12} + E_{13} + E_{23} = 4 \frac{k q^2}{a} + \frac{k q^2}{a} + 4 \frac{k q^2}{a} =$$

$$= 9 \frac{k q^2}{a}$$

$$\text{Orbem} = \frac{9 k q^2}{a}$$

2 10

5) ~~Дано:~~

$$P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

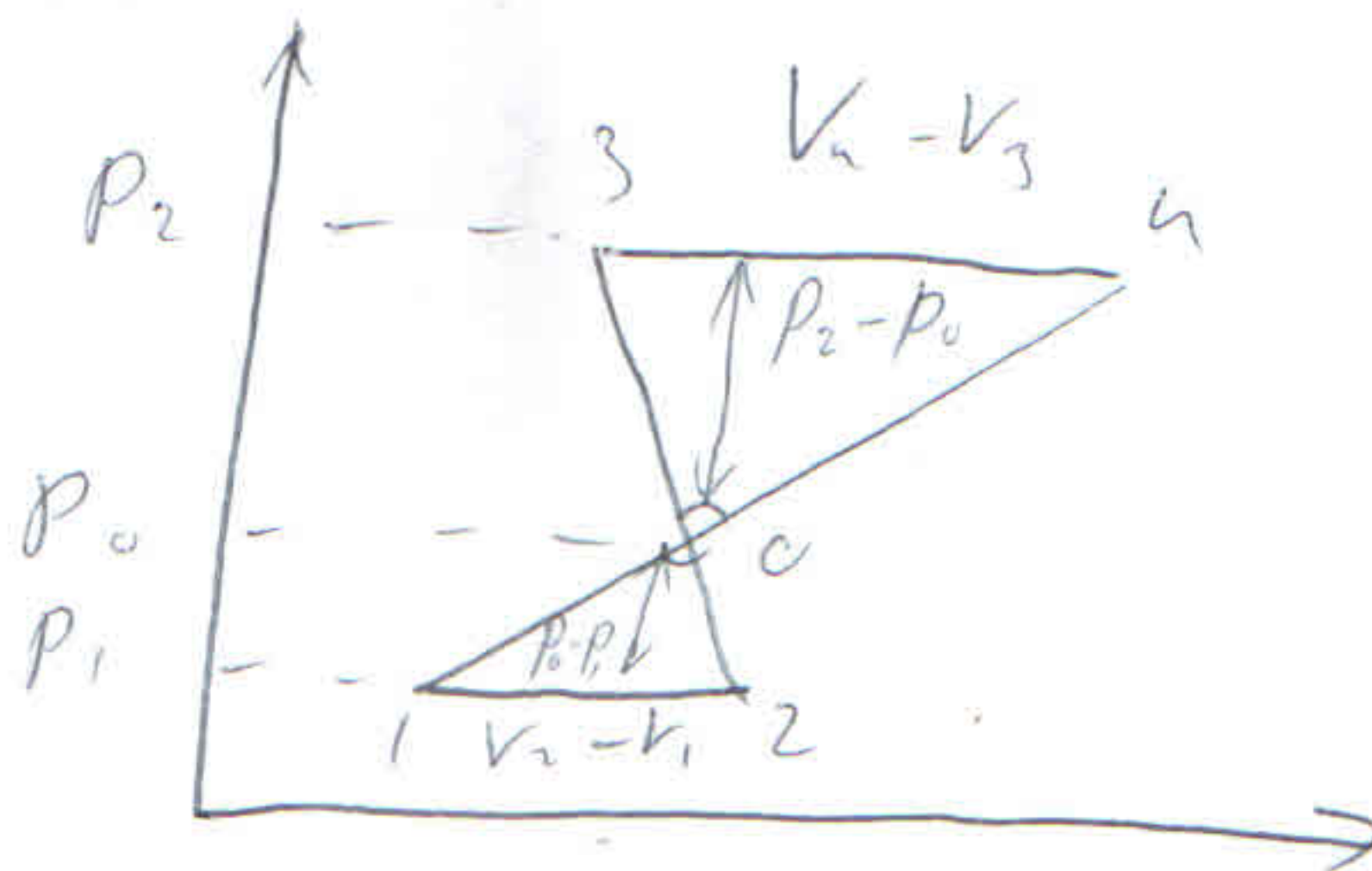
$$P_2 = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 - V_1 = 6 \text{ л}$$

Найти:

A - ?

Решение:



Если рассматриваем процесс
цикла в термодинамическом
механизме, то т.к. 4-3 и 2-1
направлены от V, то

Тогда процесс 1-2 и 3-4 будут направлены
знаем $V_4 - V_3 = (V_2 - V_1) \cdot \frac{P_2 - P_0}{P_0 - P_1} = 6 \text{ л} \cdot \frac{5 \cdot 10^5 \text{ Па} - 3 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3 \cdot 10^5 \text{ Па} - 2 \cdot 10^5 \text{ Па}}$
 $= 12 \text{ л}$

Работа в на границе 2-1 $A_{21} = -P_1 \cdot (V_2 - V_1) =$
 $= -2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = -1200 \text{ Дж}$; на

границе 4-3 $A_{43} = -P_2 \cdot (V_4 - V_3) = -5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot$
 $12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = -6000 \text{ Дж}$; на границах

1-4 и 3-2: т.к. $(V_4 - V_3) + (V_2 - V_1) =$
 $= (V_4 - V_1) + (V_2 - V_3)$, а $P_{cp} = \frac{P_1 + P_2}{2} =$

$$= \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} + 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{2} = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \Rightarrow A_{12} + A_{32} =$$

$$= ((V_2 - V_1) + (V_4 - V_3)) \cdot P_{\text{cp}} = (6 \cdot 10^{-3} \text{ m} + 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}) \cdot 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$= 18 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 6300 \text{ Jm}$$

Тогда все работа в сумме $A = A_{43} + A_{21} + A_{12} + A_{32}$

$$= -1200 - 6000 + 6300 = -900 \text{ Jm}$$

Ответ: -900 Jm (x) (10)

2) Дано:

$$m_1 = 2 \text{ m}$$

$$m_2 = 5 \text{ m}$$

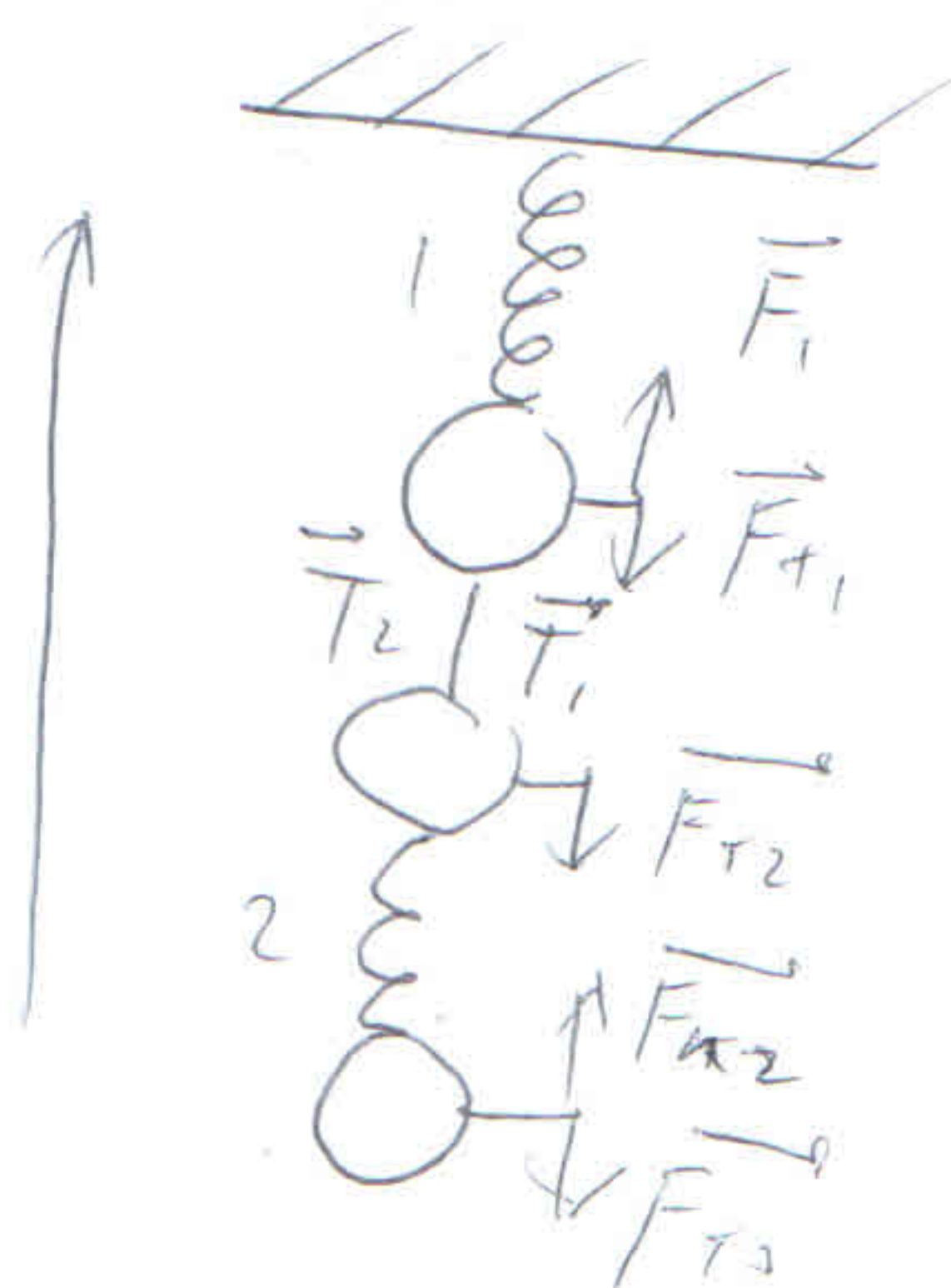
$$m_3 = 1 \text{ m}$$

Найти:

$$T - ?$$

$$a - ?$$

Решение:



$$\text{По II з. Н.} \quad \vec{F}_1 + \vec{F}_{T1} + \vec{F}_{T2} + \vec{F}_2 + \vec{F}_{T3} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2$$

$$\text{ОУ: } \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{F}_{T1} - \vec{F}_1 \neq \vec{F}_2 + \vec{F}_{T1} + \vec{F}_{T2}$$

$$\text{Т.к. } F_{T1} = F_1, \text{ то } T = -F_2 + F_{T2} + F_{T3}$$

Закон сохранения энергии $E = \frac{kx^2}{2}$

Для третьего груза: $F_{T3} = T_1 + F_2$, а $T_1 = F_2$

$$\text{Значит } T_1 = \frac{F_{T3}}{2} = \frac{m_3 g}{2} = 5 \text{ Н}$$

$$T_2 = F_{T2} = m_2 g = 5 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 50 \text{ Н}$$

$$T = T_1 + T_2 = 5 \text{ Н} + 50 \text{ Н} = 55 \text{ Н}$$

До перемены массы: $F_1 = F_{T1} + T =$
 $= 2 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2 + 55 \text{ Н} = 75 \text{ Н}$

После перемены массы: $F_1' = F_2 = 20 \text{ Н}$

$$\Delta F_1 = 55 \text{ Н} \Rightarrow a = \frac{\Delta F_1}{m_1} = 27,5 \text{ м/с}^2$$

Отвеч: ~~27,5~~ $T = 55 \text{ Н}$; $a = 27,5 \text{ м/с}^2$

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

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

4

0