

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

+ 

119462

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Дмитриев Олег Чесвик

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, школа № 1581

Регистрационный номер ИМ 0636

Вариант задания 4

Дата проведения " 19 " 03 20 17 г.

С работой ознакомлен

24. марта. 17



Подпись участника



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

Дано:

$$m = 3 \text{ кг}; h = 10 \text{ м}$$

$$M = 9 \text{ кг}; v_n = 4 \text{ м/с}$$

Найти

$$\Delta W = ?$$

Решение

$$\text{ОУ: } M v_n = (M + m) v_{n2}$$

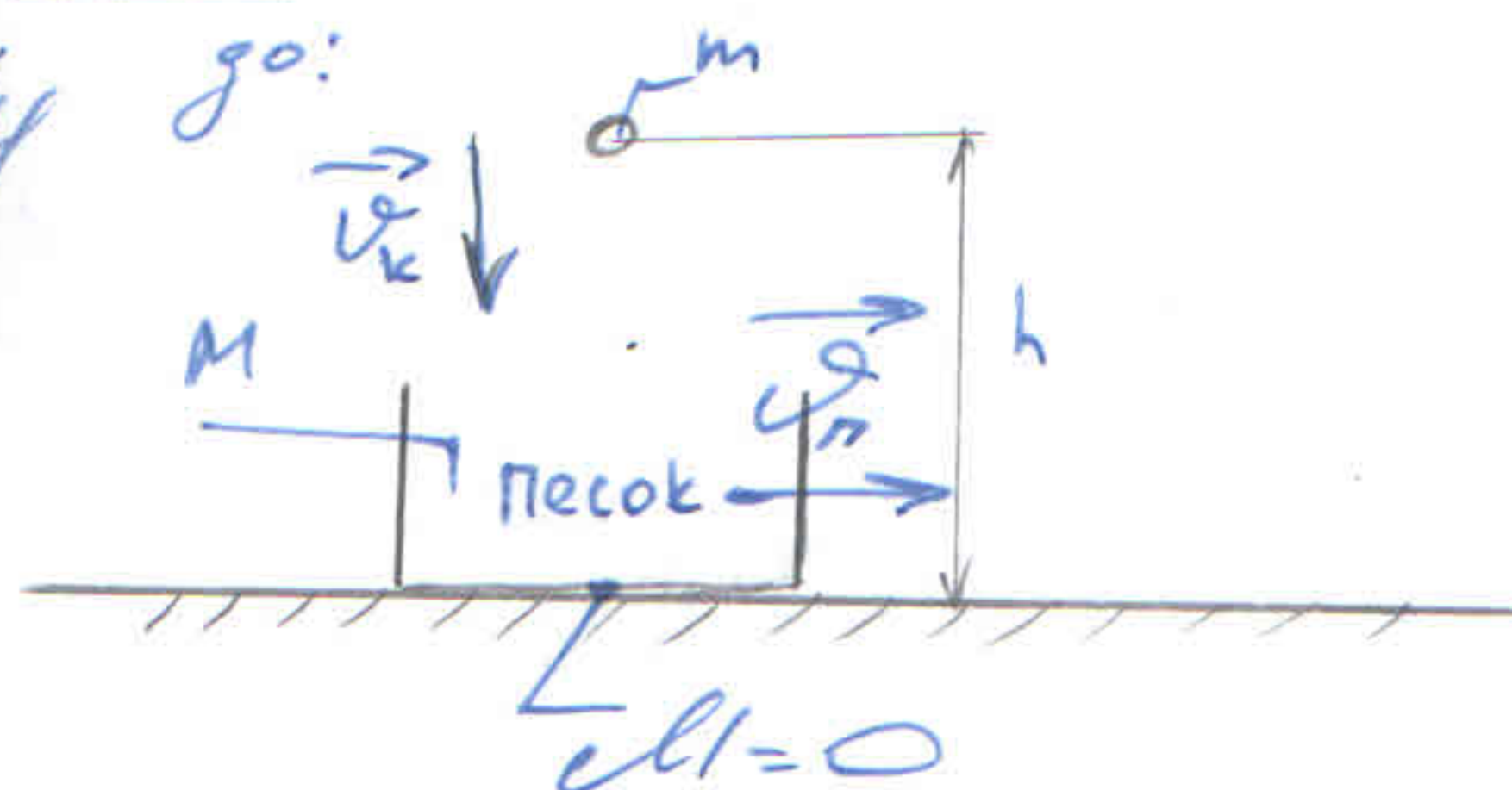
$$v_{n2} = \frac{M v_n}{M + m}$$

2) ЗСЭ:

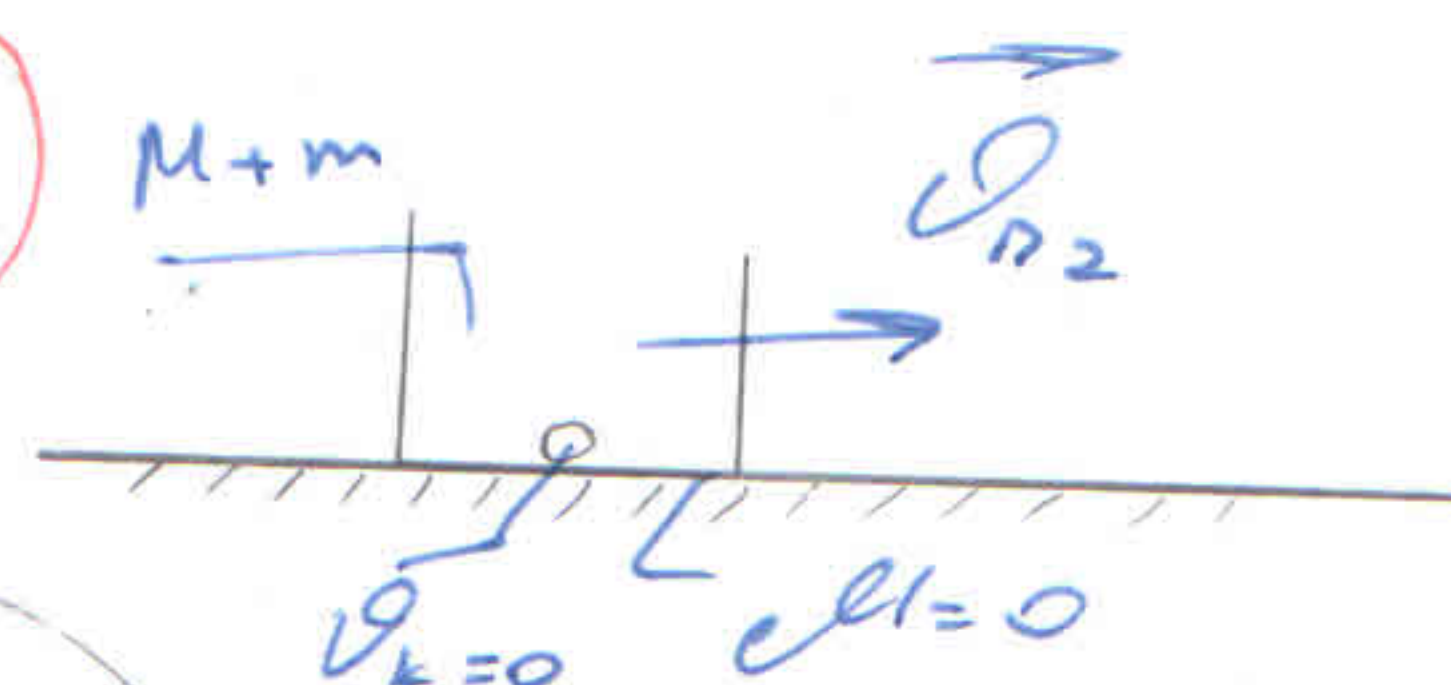
$$\frac{M v_n^2}{2} + mgh = \frac{(M + m) v_{n2}^2}{2} + \Delta W$$

$$\Delta W = \frac{M v_n^2 - (M + m) v_{n2}^2}{2} + mgh$$

до:



после:



Поскольку энергия замкнута, - велич. постоянная, то после всех взаимодействий часть энергии останется у ядра, а часть уйдет на увеличение энергии окруж. тр.

$$\Delta \Delta) v_{n2} = \frac{9 \cdot 4}{12} = 3 \text{ м/с}$$

$$2.4) \Delta W = \frac{9 \cdot 16}{2} + 300 - \frac{12 \cdot 9}{2} = 372 - 54 = 318 \text{ Дж}$$

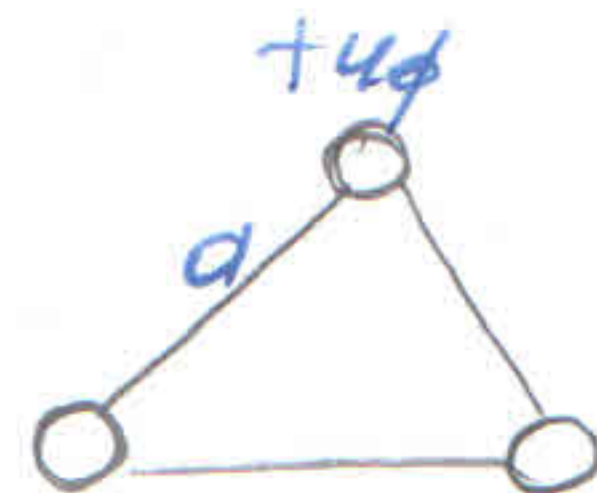
Ответ: 318 Дж

Дано: $a, 4q$

W_n - ?

Решение

1) когда шарик соединен проводником с незаряженными шариками происходит перераспределение зарядов и выравнивание

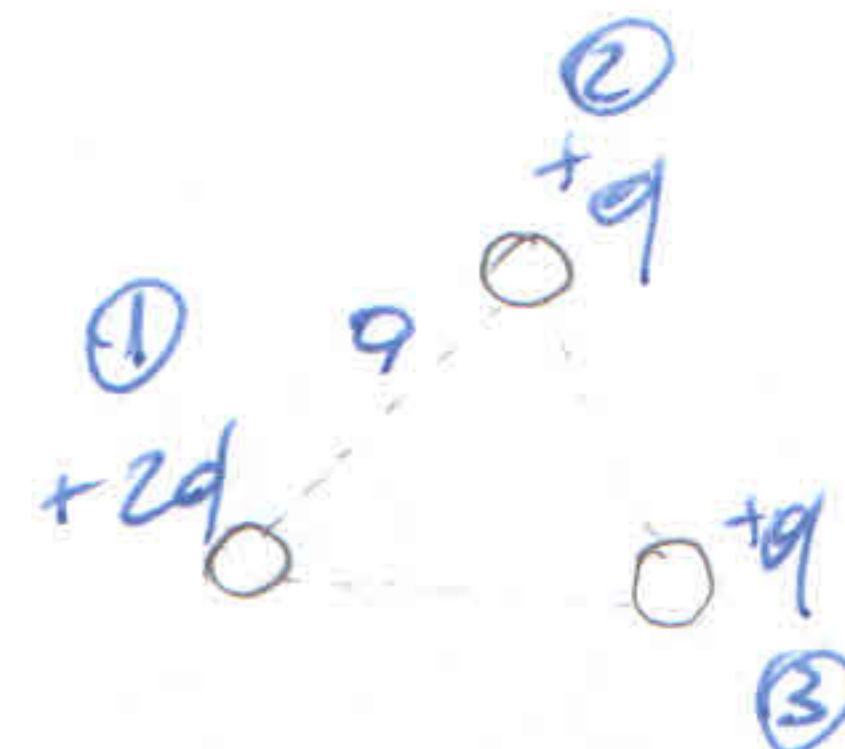


2) Потенциальная энергия системы складывается из потенциальной энергии каждой пары.

$$W_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r}$$

$$W_{\Sigma} = W_{12} + W_{23} + W_{31} = \frac{k 2q^2}{a} + \frac{k q^2}{a} + \frac{2k q^2}{a} = \frac{5kq^2}{a}$$

После перераспределения зарядов



Ответ: $W_n = \frac{5kq^2}{a}$

$C = 20 \cdot 10^{-6} \text{ ф}$

$L = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$

$q_m = 10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

$q = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

γ - ?

Решение
1) $q = q_m \cos \omega_0 t$

2) $\gamma = \frac{q}{q_m}$

3) $T = 2\pi \sqrt{LC}$; $T = \frac{2\pi}{\omega_0}$

$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

5.5) $q = q_m \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} = \frac{q}{q_m} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{t}{\sqrt{LC}} = \arccos\left(\frac{q}{q_m}\right) = \arccos(0,6) \Rightarrow$

$t = \arccos(0,6) \cdot \sqrt{LC} =$

$= \arccos(0,6) \cdot \sqrt{9 \cdot 10^{-8}} = 3 \cdot 10^{-4} \arccos(0,6)$

$$2.5) \gamma = \frac{6 \cdot 10^{-8} - 5}{8 \cdot 10^{-4} \cdot \arccos(0,6)} = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{\arccos(0,6)}$$

Буквенный ответ:

$$Z = \arccos\left(\frac{q}{q_m}\right) \sqrt{LC}$$

$$\gamma = \frac{q}{Z} = \frac{q}{\arccos\left(\frac{q}{q_m}\right) \sqrt{LC}}$$

Ответ: $\gamma = \frac{2 \cdot 10^{-5}}{\arccos(0,6)}$

Дано: L, C

$M=0, m$

$C_2 = 3C$

B

$a = ?$

Решение.
1) Найду по правилу левой руки направление F_A

2) П.к. площади контура, пронизываемого \vec{B} уменьшается, то согласно правилу Ленца возникнет \vec{B}_i , препятствующее изменению магн. потока.

3) Найду направление тока в цепи по правилу "Буревизника"

4) ОХ: $mg \sin \alpha - F_A = ma$

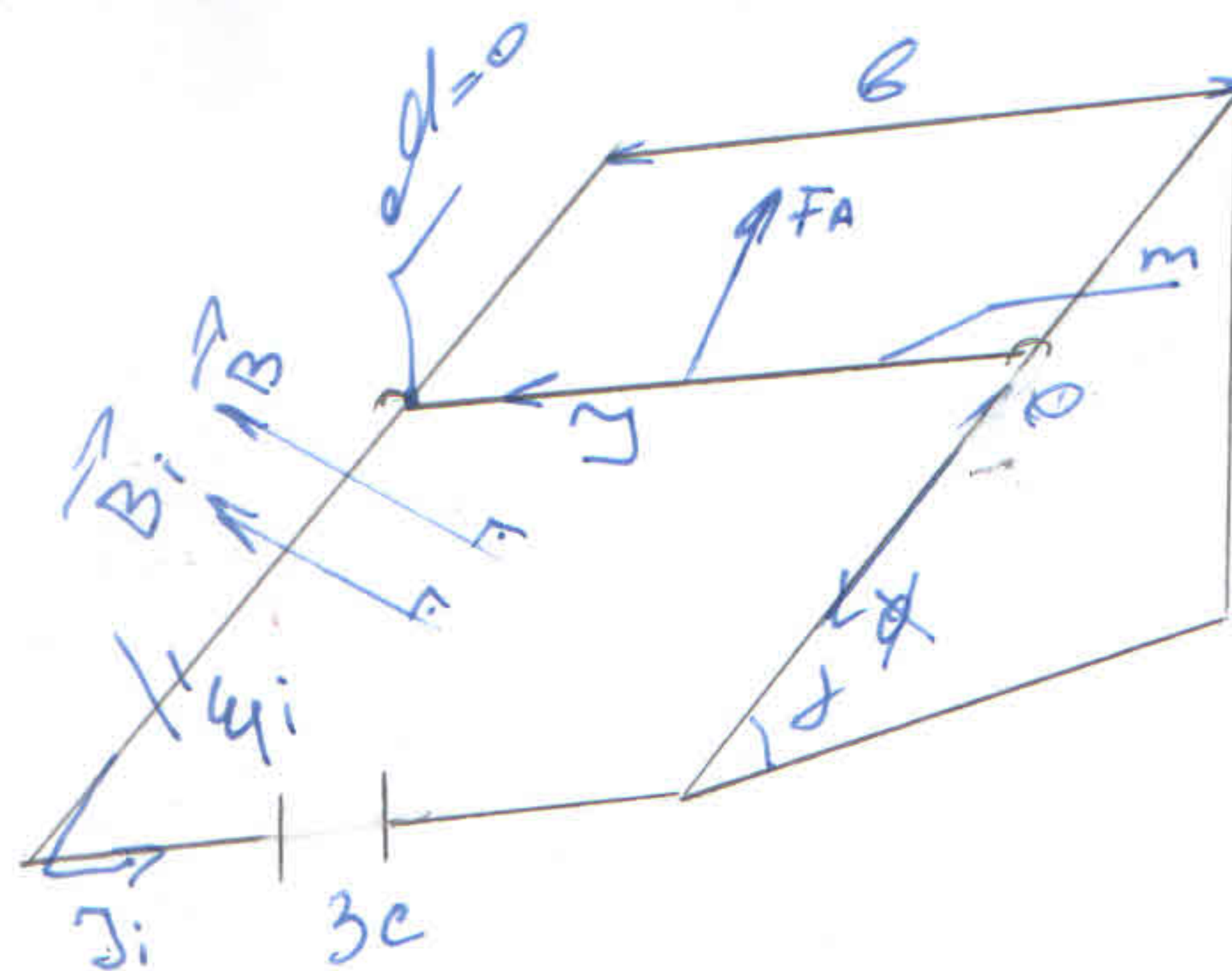
5) $F = B I l \cdot \sin(B \wedge I)$

6) $I_2 = I + I_i$

7) $q = 3C U$

8) $U = \xi + \xi_i$

9) $\xi_i = B l v \sin(B \wedge v)$



10) $\gamma = \frac{q}{Z}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
2	8	0	10	3	3	10	5	6	3	50

119462

Шифр

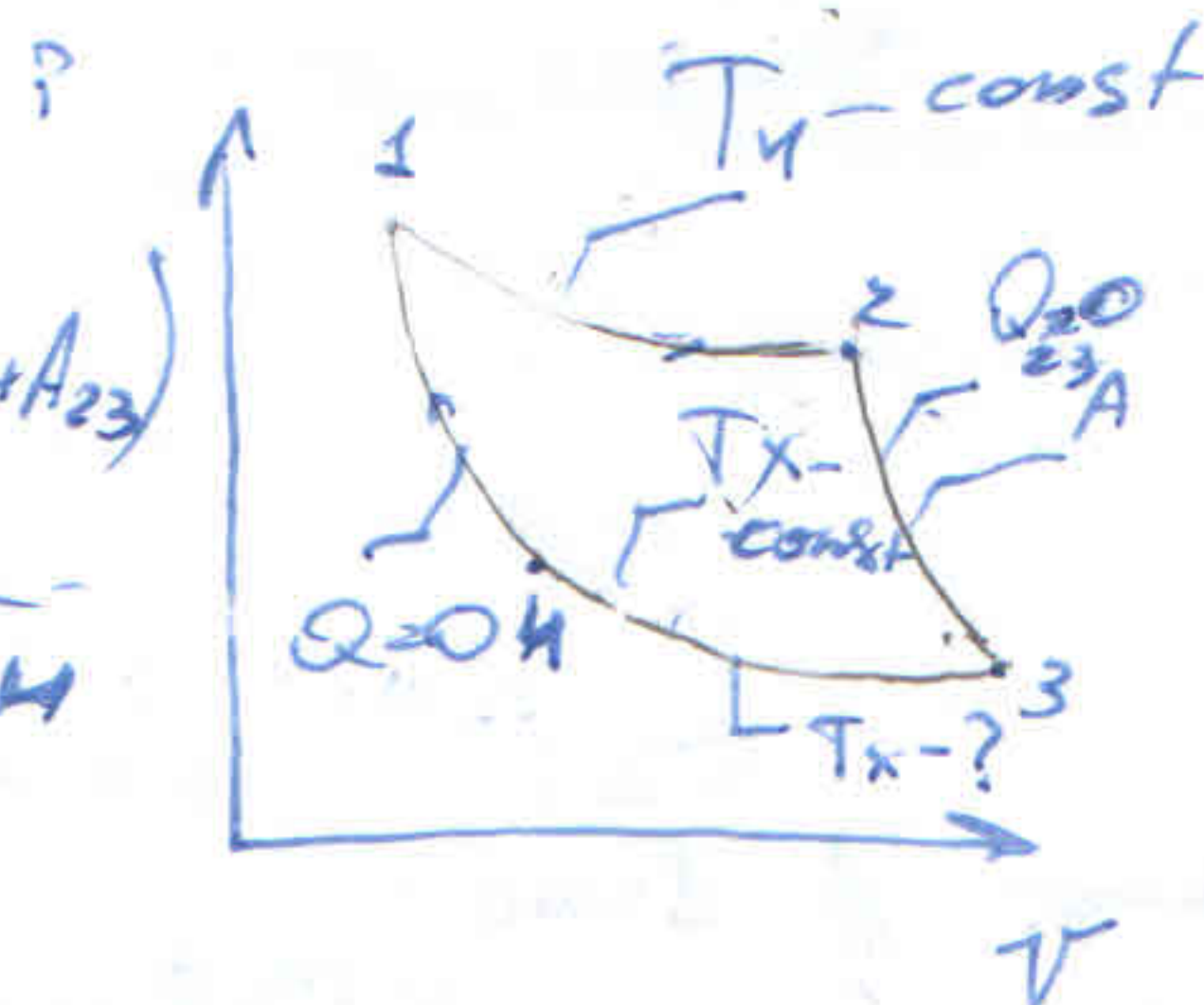
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

119462

Вариант № 4

4

№6



Дано: $V = 2 \text{ моль}$

$i = 3$

η, A_{23}

$T_X = ?$

$$1) \eta = \frac{A_{12} + A_{23}}{T_H} \Rightarrow T_H = \eta(A_{12} + A_{23})$$

$$2) \eta = 1 - \frac{T_X}{T_H} \Rightarrow \frac{T_X}{T_H} = 1 - \eta \Rightarrow T_X = (1 - \eta)T_H$$

$$3) A_{12} = \Delta U_{12} + Q_{12} \quad (II \text{ закон термод.})$$

$$4) \Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_H - T_X)$$

$$5) A_{23} = -\Delta U_{23} \quad (II \text{ закон термод.})$$

$$6) \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R (T_H - T_X)$$

$$1.5) T_H = \eta \cdot 2 A_{23}$$

$$2.5) T_X = (1 - \eta) 2 \eta A_{23} = 2 A \eta (1 - \eta)$$

$$\Rightarrow \Delta U_{12} = -\Delta U_{23} = A_{23} = A_{12}$$

+

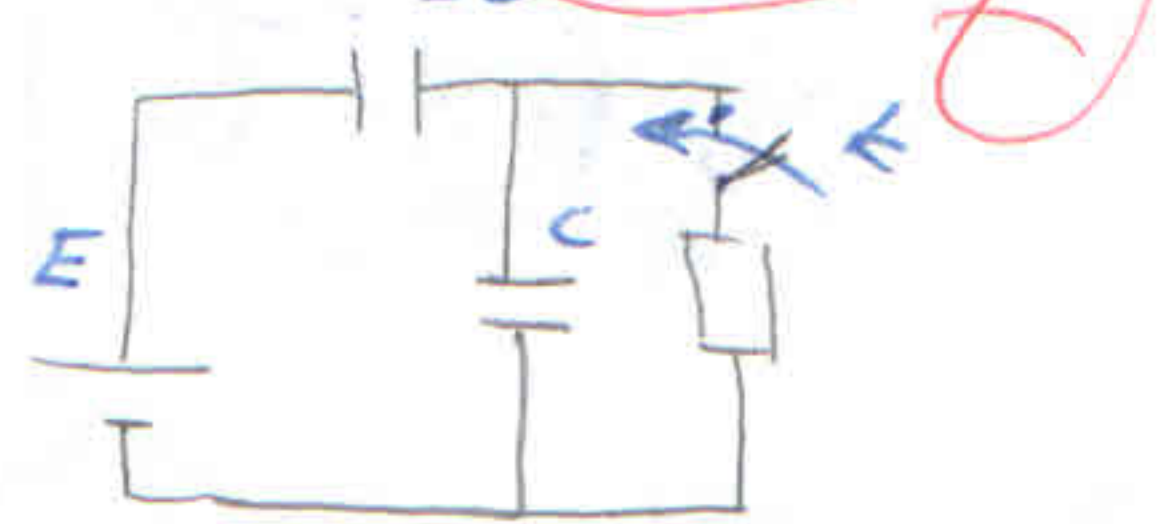
$$\text{Ответ: } T_X = 2 A \eta (1 - \eta)$$

Дано:

№8

$E, 3C, c \Delta) 3C \Rightarrow$

$$Q = ? \quad A_E + W = W_k + Q$$



Работа E по перемещению заряда и начальная энергия конденсаторов перейдут в конечную энергию конденсаторов и выделившееся тепло.

$$2) C_2 = \frac{3C}{4C} = \frac{3}{4} C \quad (\text{общая емкость})$$

$$4) \varphi_0 = E_2 \cdot E = \frac{3}{4} C E \quad (\text{наг. энергии до замыкания})$$

$$3) W_0 = \frac{E_2 E^2}{2} = \frac{3 C E^2}{2} \quad (\text{наг. энерг. конденс.})$$

$$5) A_E = (\varphi_k - \varphi_0) E \quad (\text{Работа } E \text{ по перемещ. заряда})$$

6) Когда мы замкнем ключ - мы замкнем конденсатор с собой и во взаимод. он удовлетворять не будет

$$Q_k = 3cE \text{ (заряд, запасенный в } 3c)$$

$$5.1) A_{\text{э}} = (3cE - \frac{3}{4}cE)E = \frac{9}{4}cE^2 \text{ (Работа } E \text{ по перекач. заряда)}$$

$$6) W_k = \frac{3cE^2}{2} \text{ (энергия конденс. } 3c)$$

$$1.1) \frac{9}{4}cE^2 + \frac{3cE^2}{2} = Q + \frac{3cE^2}{2} \Rightarrow Q = \frac{21cE^2 - 12cE^2}{8} = \frac{9}{8}cE^2$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{9}{8}cE^2$$



ОУ: задача №2

Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$m_2 = 4 \text{ кг}$$

$$m_3 = 3 \text{ кг}$$

$T_k = ?$

$a = ?$

1 тело:

$$m_1 g = F_{\text{упр.1}} - T$$

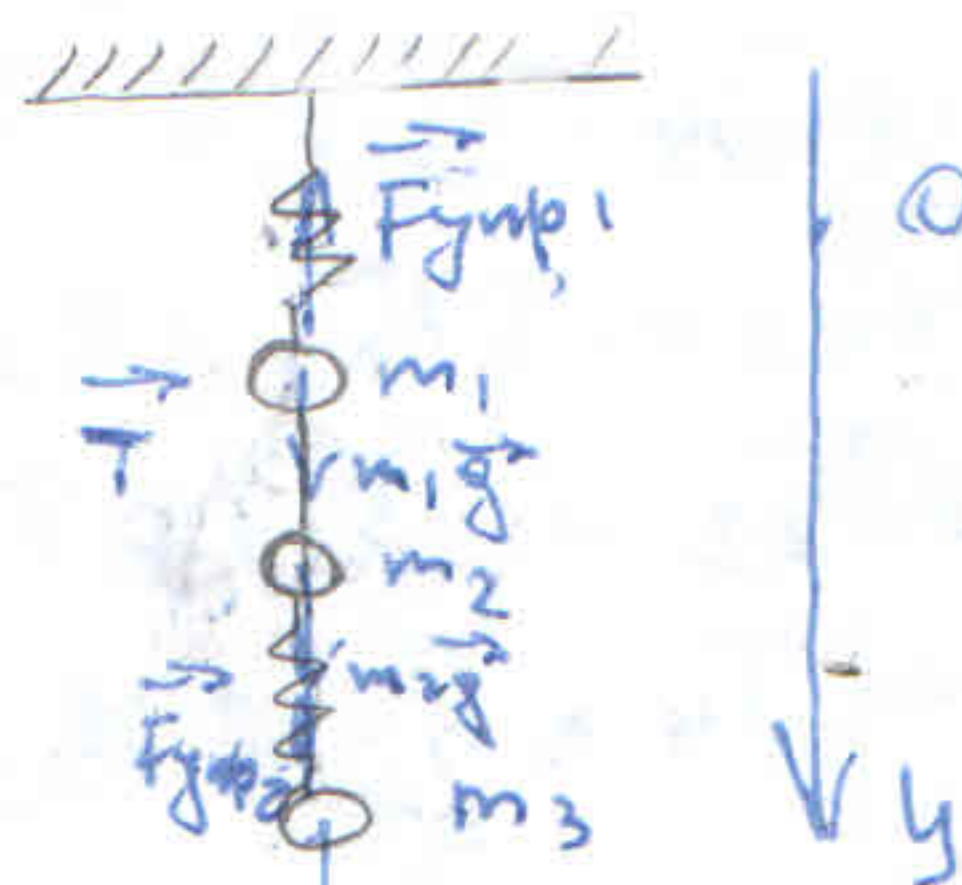
2 тело:

$$m_2 g = T - F_{\text{упр.2}}$$

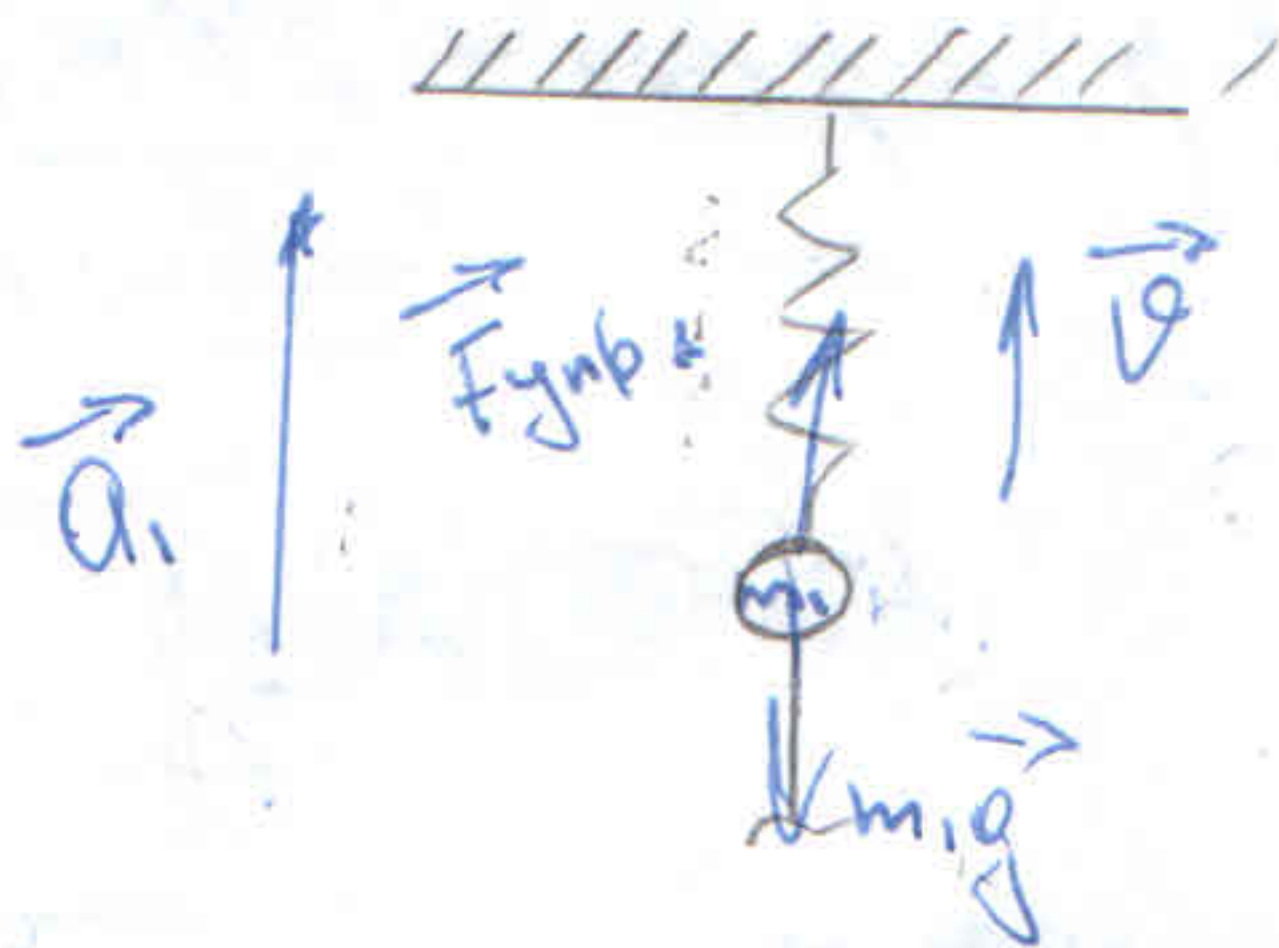
3 тело:

$$m_3 g = F_{\text{упр.2}}$$

$$\left. \begin{aligned} m_2 g &= T - m_3 g \\ T &= (m_2 + m_3) g \\ T &= 70 \text{ Н} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$



2) \vec{a}



$$\text{ОУ: } F_{\text{упр.1}} - m_1 g = m_1 a_1$$

$$\text{из 1) } F_{\text{упр.1}} = m_1 g + T =$$

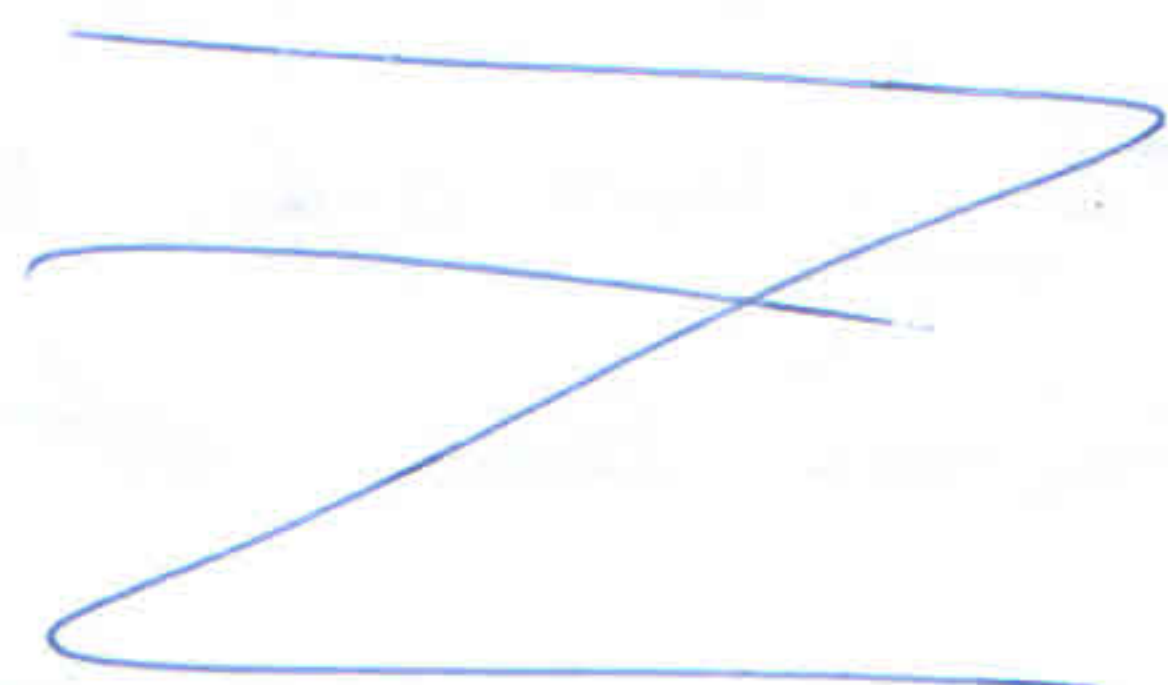
$$m_1 g + T - m_1 g = m_1 a$$

$$a = \frac{T}{m_1} = 10 \text{ м/с}^2$$

Ответ:

1) $T = 70 \text{ Н}$

2) \vec{a} направлено вверх; $|a| = 10 \text{ м/с}^2$



Задача №2

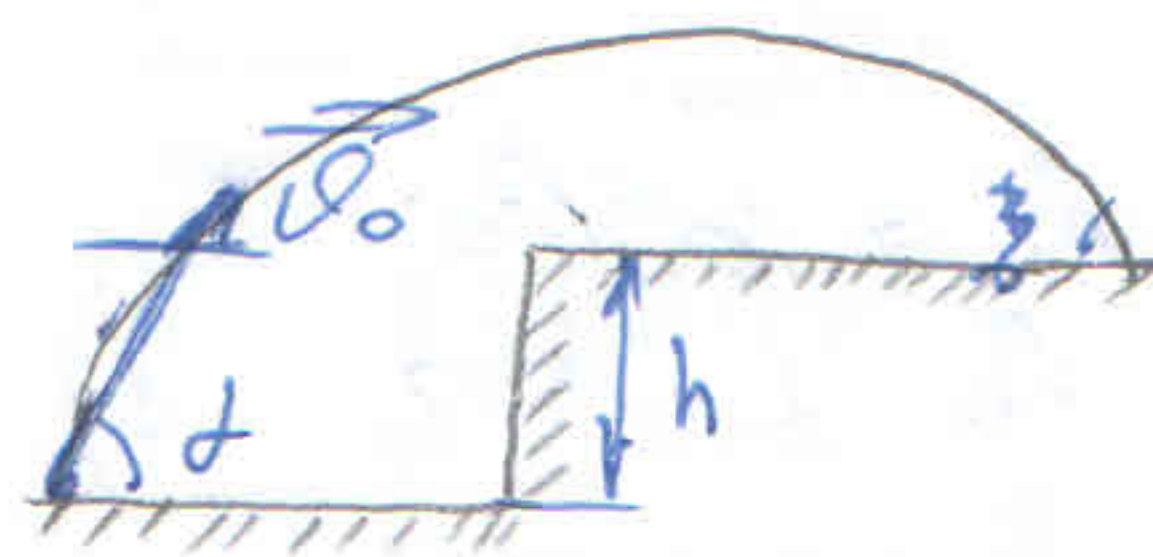
$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$h = 8 \text{ м}; g = 10 \text{ м/с}^2$$

$\beta = ?$

Решение.



1) Из симметрии траектории дуга лежит на первой половине пути.

$$\begin{cases} v_y = v_{y0} - g\tau \\ v_x = v_{x0} \text{ (по горизонтальной оси - равномерное)} \end{cases}$$

$$2) \tan \beta = \frac{v_y}{v_x}$$

$$3) v_{x0} = v_0 \cdot \cos 45^\circ = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2}$$

$$4) \text{ т.к. } \alpha = 45^\circ, \text{ то } v_{x0} = v_{y0} \Rightarrow v_{y0} = 10\sqrt{2}$$

$$5) h = v_{y0}\tau - \frac{g\tau^2}{2} \quad (\text{поиск } \tau)$$

$$8 = 10\sqrt{2} \cdot \tau - \frac{10 \cdot \tau^2}{2}; \quad 5\tau^2 - 10\sqrt{2}\tau + 8 = 0$$

$$\begin{cases} \tau_1 \approx 0,778 \text{ сек} \\ \tau_2 \approx 2 \text{ сек} \end{cases} \quad \leftarrow \text{в нашем случае } \tau_1$$

$$1.1) v_y = 10\sqrt{2} - 10 \cdot 0,778 = 6,36 \text{ м/с}$$

$$2.1) \tan \beta = \frac{6,36}{10\sqrt{2}} = \frac{6,36}{14,1} = 0,451$$

$\beta = \arctg(0,451)$, т.к. нет возможности вычислить, оставлено ответ в таком виде

Ответ: $\beta = \arctg(0,45)$

Задача №5

Дано:

Решение

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$P_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_2 = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 - V_1 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

4-3 и 2-1 - изобарическ.

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

$$1) A_{1-4-3-2-1} = S_{1-4-3-2-1}$$

$$2) S_{1-4-3-2-1} = S_{3-0-4-3} + S_{1-0-2-1}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1) \cdot (P_0 - P_1)$$

$$4) S_{3-0-4-3} = \frac{1}{2} (3-4) \cdot 0.001 = \frac{1}{2} (P_2 - P_0) (V_3 - V_4)$$

5) Процесс 1-4 представляет из себя линейную зависимость

$$\begin{cases} P_1 = k V_1 \\ P_2 = k V_4 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_4} \Rightarrow V_4 = \frac{P_2 V_1}{P_1}$$

Аналогично с 3-2

$$\begin{cases} P_2 = k V_3 \\ P_1 = k V_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_3}{V_2} \Rightarrow V_3 = \frac{P_2 V_2}{P_1}$$



$$4.8) S_{3-0-4-3} = \frac{1}{2} (P_2 - P_0) \left(\frac{P_2 V_2}{P_1} - \frac{P_2 V_1}{P_1} \right) = \left(\frac{P_2 - P_0}{2} \right) \frac{P_2}{P_1} (V_2 - V_1)$$

$$1.8) A_{1-4-3-2-1} = \frac{(P_2 - P_0)(V_2 - V_1)}{2} \cdot \frac{P_2}{P_1} + \frac{(V_2 - V_1)(P_0 - P_1)}{2} =$$

$$1.2) A_{1-4-3-2-1} = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 6 + \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5}{2} =$$

$$= 3.18 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^2 = 6000 \text{ Дж}$$

$A < 0$

Ответ: 6000 Дж

