

+ Ламсцов

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119305

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКЕ  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Ламсов Денис Павлович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. 356

Регистрационный номер ШМО107

Вариант задания 2

Дата проведения " 19 " мая 20 17 г.

Подпись участника

Д. Ламсов



|   |   |   |    |   |    |    |   |   |    |          |
|---|---|---|----|---|----|----|---|---|----|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6  | 7  | 8 | 9 | 10 | $\Sigma$ |
| 8 | 8 | 8 | 10 | 8 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0  | 60       |
|   |   |   |    |   |    |    |   |   |    |          |

119305

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 2

№ 3

Для удобства возьмем систему отсчета относительно наклонной поверхности. Тогда  $g_x = g \cdot \sin \alpha$   $g_y = g \cdot \cos \alpha$

Далее рассмотрим 2 случая:

В верхней точке:

$$m_1 a_g = F_{\text{тр}} + m_1 g \cdot \sin \alpha$$

$$(m_1 + m_2) \cdot a_g = K A + (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$m_1 a_g = \mu N + m_1 g \cdot \sin \alpha$$

$$N = m_2 g \cdot \cos \alpha$$

$$m_1 a_g = \mu \cdot m_2 g \cdot \cos \alpha + m_1 g \cdot \sin \alpha$$

Ускорение маховика и пружины равны  $\Rightarrow$

$$(m_1 + m_2) \cdot \mu \cdot g \cdot \cos \alpha + (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \sin \alpha = K A + (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{K A}{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

$$\mu = \frac{K A}{6 m \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

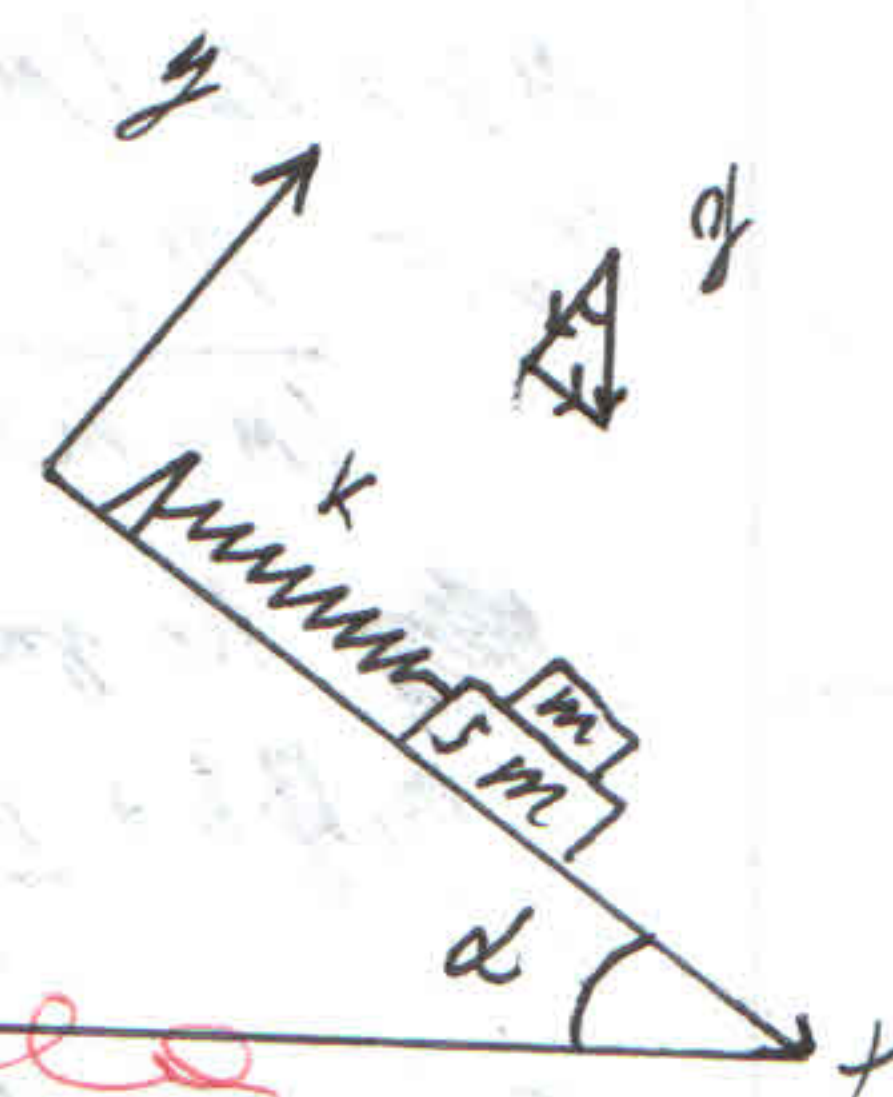
В нижней точке:

$$m_1 a_n = F_{\text{тр}} - m_1 g \cdot \sin \alpha$$

$$(m_1 + m_2) \cdot a_n = K A - (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$a_n = \mu \cdot g \cdot \cos \alpha - g \cdot \sin \alpha$$

$$(m_1 + m_2) \cdot \mu \cdot g \cdot \cos \alpha - (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \sin \alpha = K A - (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \sin \alpha$$



$$a_n = A \omega^2$$



$$\mu = \frac{KA}{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

$$\mu = \frac{KA}{6m \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

Один падамы

$$\text{Отсюда: } \mu = \frac{KA}{6m \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

+ бгд.

0.75

н 4

Дано:

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$v = 6 \text{ м/с}$$

$$M = 15 \text{ кг}$$

Решение:

По закону сохранения импульса:

$$Mv = v_0 (M + m)$$

$$v_0 = \frac{Mv}{M + m}$$

По закону сохранения энергии:

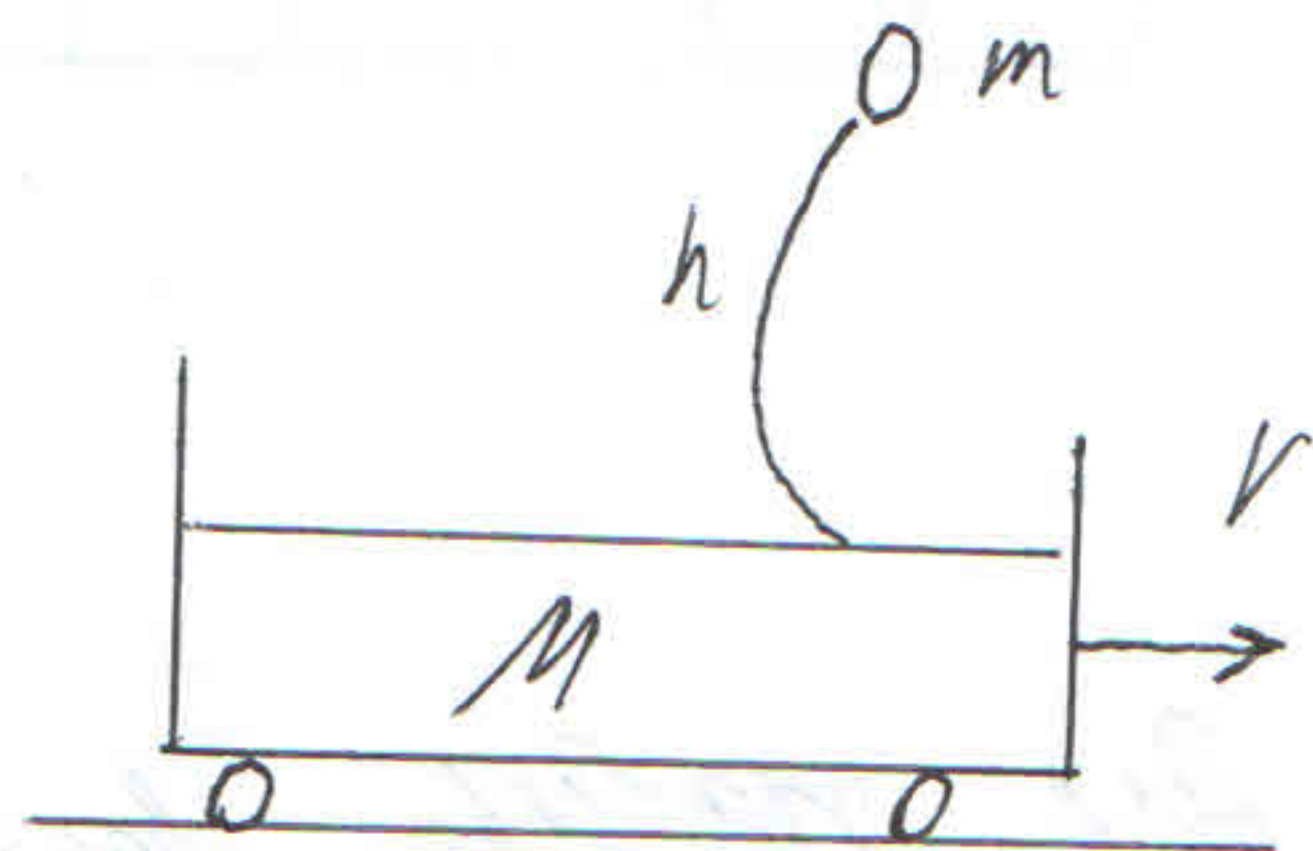
$$mgh + \frac{Mv^2}{2} = \frac{(m + M) \cdot v_0^2}{2} + Q$$

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

$$Q = 420 \text{ Дж} - 225 \text{ Дж} = 195 \text{ Дж}$$

$$\text{отв: } 195 \text{ Дж}$$

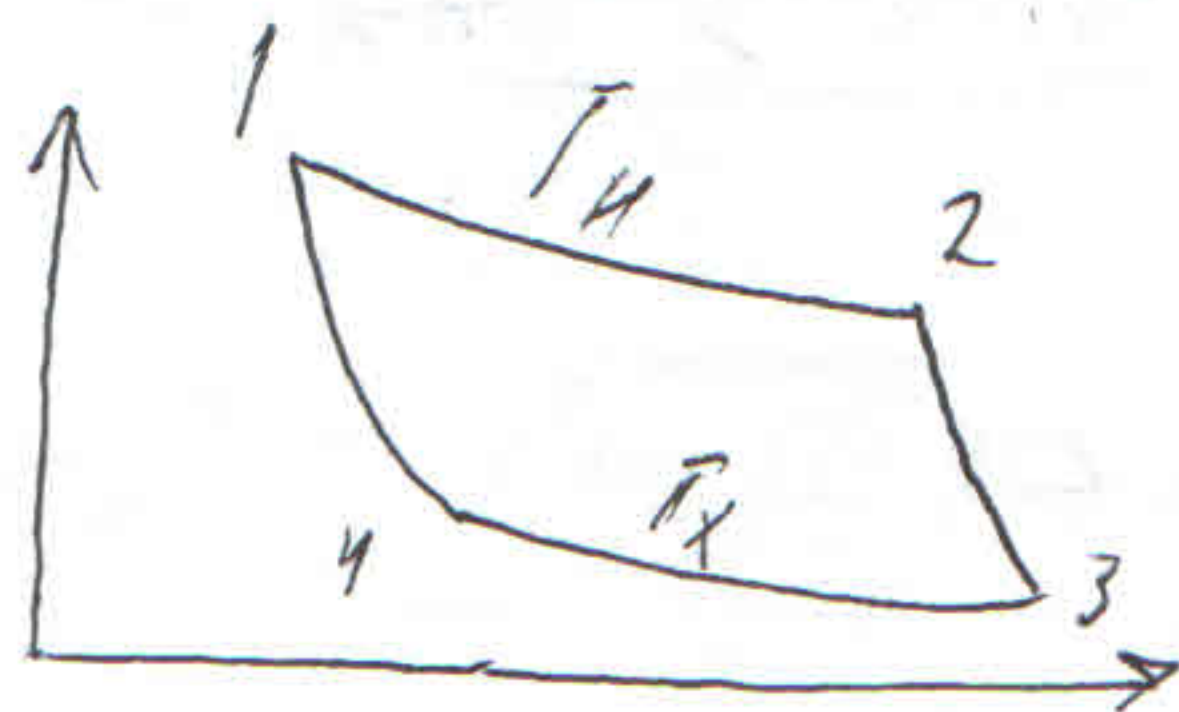
+ 1



Найти:

Решение:

Q = ?



Дано:

Газе Куперо,  $\gamma$ ,  $A_{23}$ ,  $V=2$

Процесс адиабатический расширения  $\rightarrow (2-3) \Rightarrow$

$$Q = \Delta U + A = 0 \quad A = -\Delta U$$



$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H}$$

$$T_H = \frac{T_H - T_X}{\eta}$$

$$T_H - T_X = \frac{A}{V C_V}$$

$$T_H = \frac{A}{V \cdot C_V \cdot \eta}$$

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

$$T_H = \frac{A}{4 \cdot \frac{3}{2} R \cdot \eta}$$

Ответ:  $T_H = \frac{A}{3 R \cdot \eta}$

+ 12.

и 7

После соединения 2-ого шарика с третьим заряд распределится между ними поровну  $\Rightarrow q_2 = q_3 = \frac{4q}{2}$

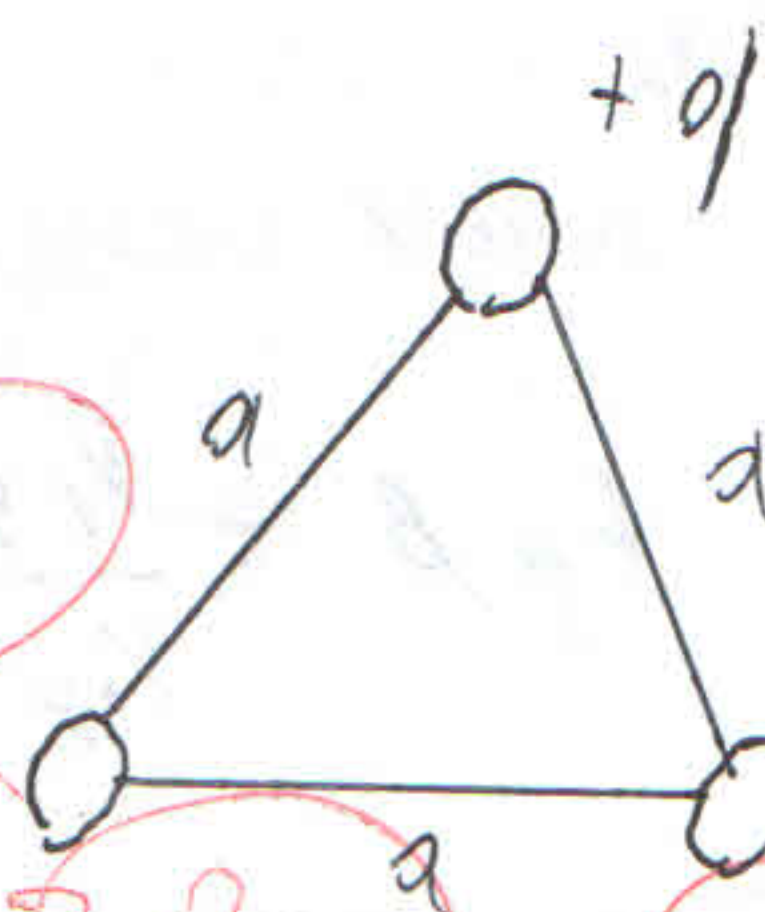
Энергия системы равна сумме энергий взаимодействия всех шариков  $\Rightarrow$

$$W = K \frac{q_1 q_2}{a} + K \frac{q_1 q_3}{a} + K \frac{q_2 q_3}{a}$$

$$W = K \frac{q \cdot 2q}{a} + K \frac{q \cdot 2q}{a} + K \frac{2q \cdot 2q}{a}$$

$$W = \frac{2K \cdot q^2}{a} + \frac{2K \cdot q^2}{a} + \frac{4K q^2}{a} = \frac{8K q^2}{a}$$

Ответ:  $W = \frac{8K q^2}{2}$



Дано:  
 $a; +q; +4q$   
 Найти:  $q_3 = ?$

+ 7

+ 7



н 1



Дано:  $\alpha = 60^\circ$   
 $V_0 = 10 \text{ м/с}$

$h = 3 \text{ м}$

Решение:

Найти:  $\beta = ?$

Рассмотрим движение тела на высоте  $h$

$V_0$   
 $\alpha$   
 $V_{0x}$   $V_{0y}$   
 $V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$   
 $V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{m V_{0y}^2}{2} = mgh \Rightarrow H = \frac{V_{0y}^2}{2g}$$

$$H = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{10^2 \cdot \sin^2(60^\circ)}{2g} = \frac{100 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{2g} = \frac{18.3}{g} \approx 3.75$$

то дабы 3 м,

скорость тела имеет вид

$V_y$   
 $\beta$   
 $V_x = V_{0x}$   
 $\tan \beta = \frac{V_{1y}}{V_{0x}}$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{m V_{0y}^2}{2} = \frac{m V_{1y}^2}{2} + mgh \Rightarrow V_{1y}^2 = V_{0y}^2 - 2gh$$

$$\tan \beta = \frac{\sqrt{V_{0y}^2 - 2gh}}{V_{0x}} = \frac{\sqrt{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2gh}}{V_0 \cdot \cos \alpha}$$

$$\tan \beta = \frac{\sqrt{100 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 - 2 \cdot 10 \cdot 3}}{10 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{100 \cdot \frac{3}{4} - 60}}{5} = \frac{\sqrt{15}}{5}$$

$$\beta = \arctan \left( \frac{\sqrt{15}}{5} \right)$$

Ответ:  $\beta = \arctan \left( \frac{\sqrt{15}}{5} \right)$

9  
0

ГД



119305

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

Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

N2

а) Сила натяжения нити равно сумме сил тяжести 2 и 3 груза

$$T = m_2 g + m_3 g$$

$$T = 30 + 10 = 40 \text{ Н}$$

б) До перетяжки:

$$0 = Kx - m_1 g - T$$

$$Kx = m_1 g + T \quad T = m_2 g + K_2 x_2 \quad K_2 x_2 = m_3 g$$

$$Kx = m_1 g + m_2 g + m_3 g$$

Получим:

$$m_1 a = Kx - m_1 g$$

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

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

$$a = 10 \text{ м/с}^2$$

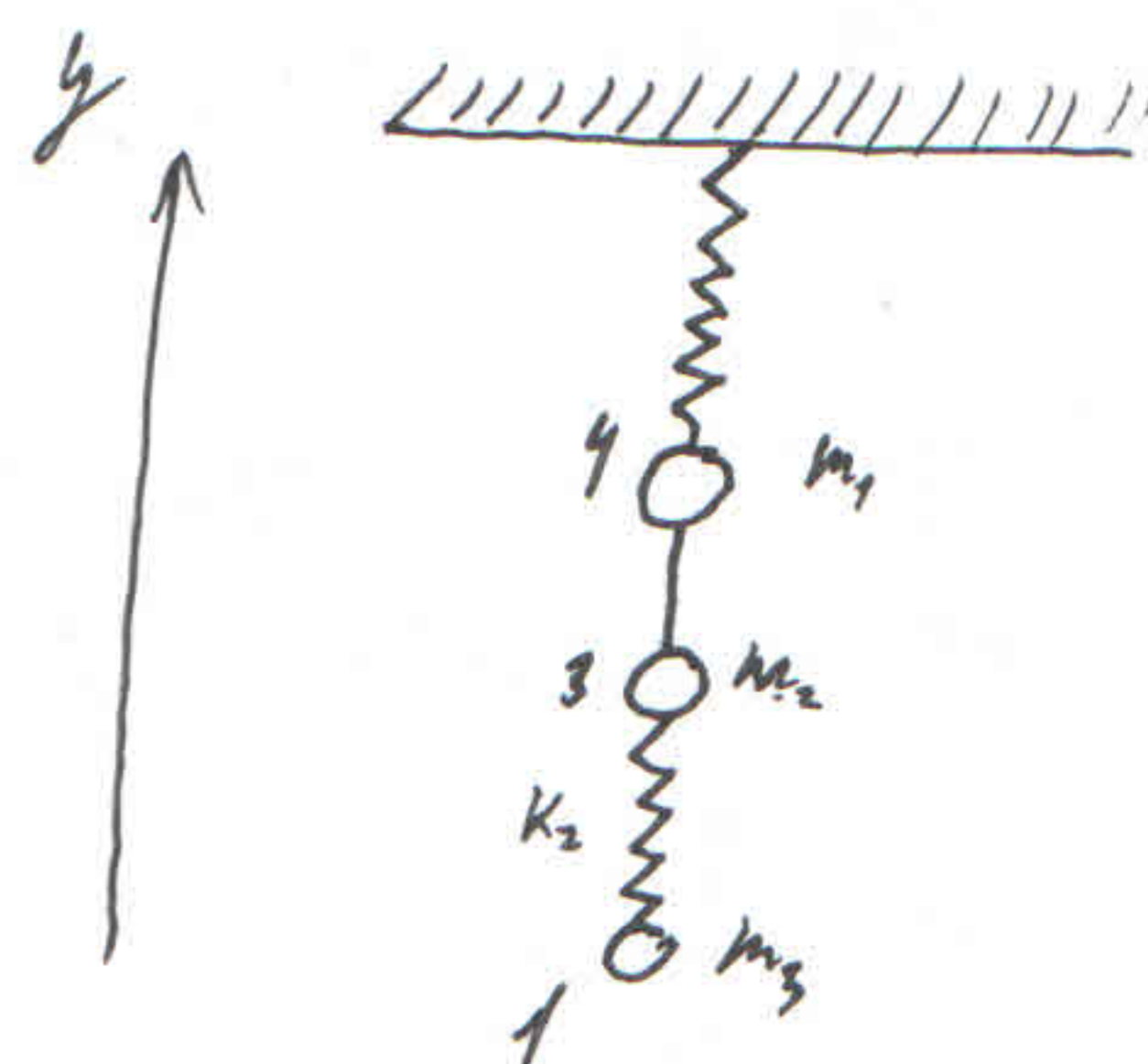
$$\text{Результат: } T = 40 \text{ Н}; a = 10 \text{ м/с}^2$$

N5

Дано:  $P_1 = 10^5 \text{ Па}$ ;  $P_0 = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;  $P_2 = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$V_2 - V_1 = 10 \text{ л}$  (4-3 и 2-1) // см V

Найти: A-?

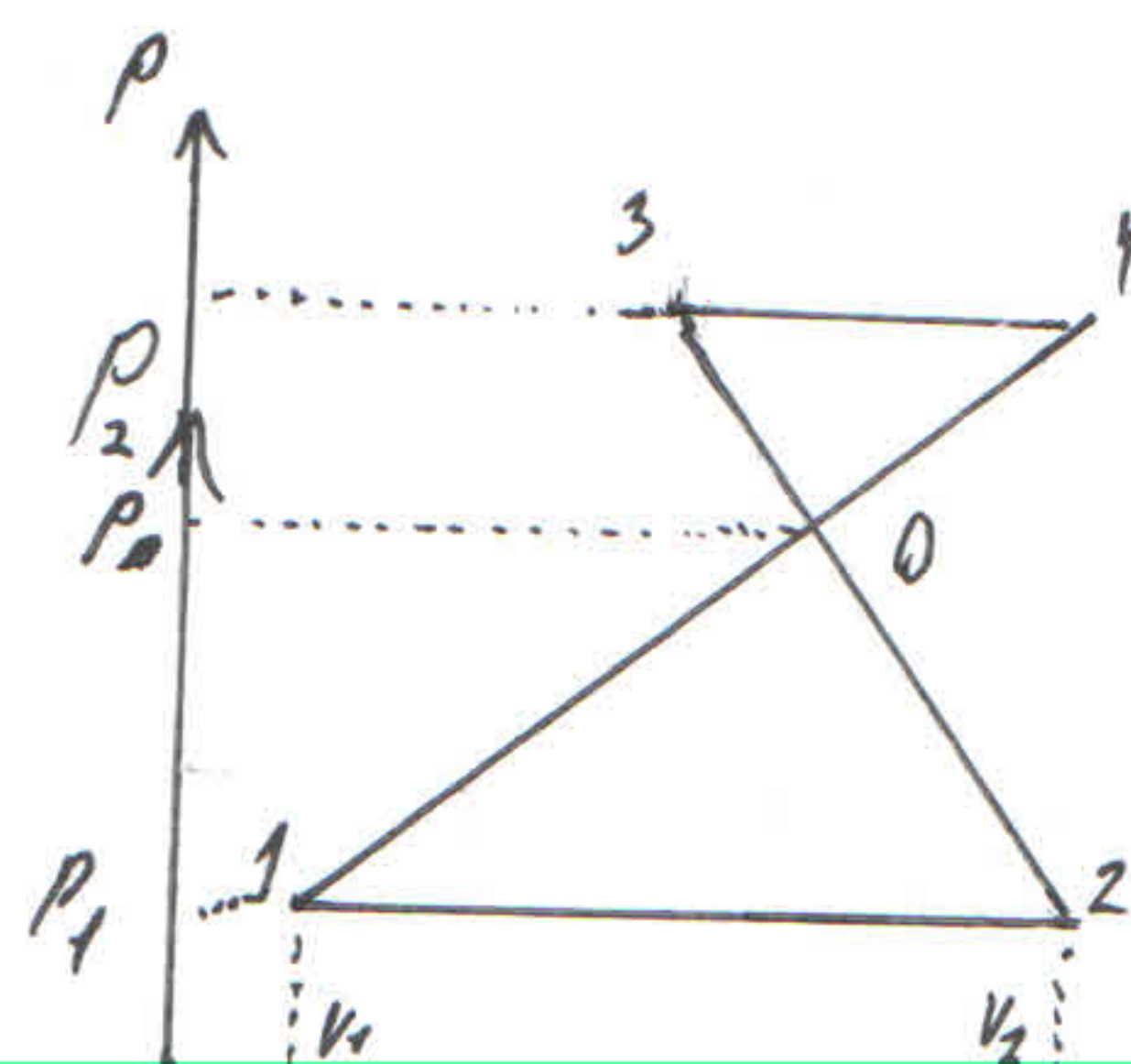


Дано:

$m_1 = 4 \text{ кг}$ ;  $m_2 = 3 \text{ кг}$ ;  $m_3 = 1 \text{ кг}$

Найти:

$T$  - ? ;  $a$  - ?





Решение:

~~Выполнение цикла 1-2-3-4-1~~

Выполнение цикла 1-2-3-2-1 равно выполнению циклов:

1-0-2-1 и 0-4-3-0.

Работа равняется площади фигуры в координатах  $P-V$

Во втором смысле работа совершается над газом  $\Rightarrow$  она отрицательна

Найдем работу  $A_1$  в цикле 1-0-2-1

$$A_1 = \frac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} = 0 \quad ?$$

Реш. Треугольник 1-0-2-1 <sup>расположен</sup> относительно К 0-4-3-0 точно так же как и их вершины, а площади как квадрат элемент  $\Delta$  <sub>вместо</sub>

$$A_2 = -A_1 \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)^2}$$

$$A_{\text{полн}} = A_1 + A_2 = A_1 \left( 1 - \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)^2} \right) = \frac{(P_0 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} \left( 1 - \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)^2} \right)$$

$$A_{\text{полн}} \approx 750 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $A_{\text{полн}} \approx 750 \text{ Дж}$

⊖ расчёт  
0,75

и 8

Решение.

