

+ / *Андреев*

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119273

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Капустникова Дарина Дмитриевна

Город, № школы (образовательного учреждения)

Москва, ГБОУ "Школа 1305"

Регистрационный номер

ИМ2017

Вариант задания

1

с работой ознакомлена

26.03.17

Дата проведения

"19" марта 2017 г.

Подпись участника

Дарина

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8	8	3	10	8	0	0	3	9	0	99

119273

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Оценка работы
52 балла
Протокол №16
от 24.03.17

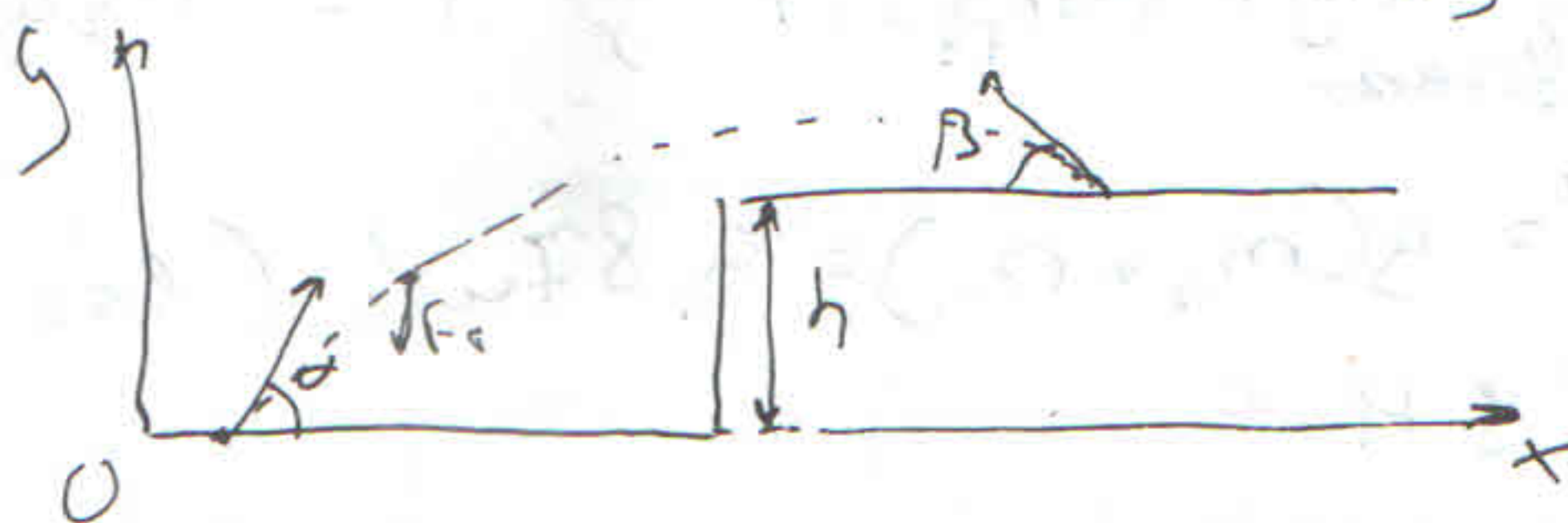
Вариант № 1

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

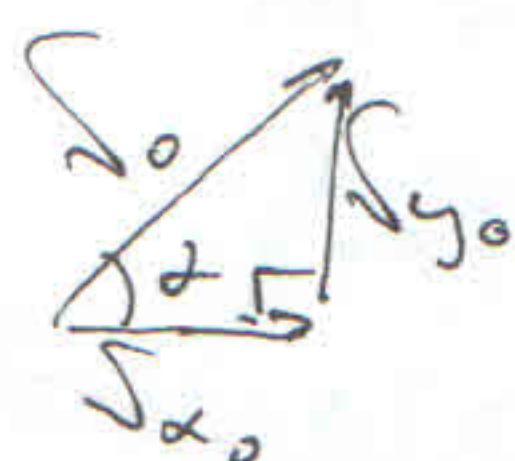
$$h = 2 \text{ м}$$



$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти β

Решение



Найдем проекции v_0 на Ox и Oy

$$v_{x0} = v \cos \alpha$$

$$v_{y0} = v \sin \alpha$$

Единственная сила $F_0 = mg$, действующая на тело $\perp Ox \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = \text{const}; v_x = v_{x0} = v \cos \alpha$

$$v_x = v \cos \alpha = 10 \text{ м/с} \times \cos 60^\circ = 5 \text{ м/с}$$

Найдем t двух. через изменение высоты:

$$h = v_{y0} t - \frac{g t^2}{2}; v_{y0} = v \sin \alpha; h = v \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$2 = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} t - 5 t^2; 5 t^2 - 5\sqrt{3} t + 2 = 0$$

Найдем v_y ; $h = \frac{v_y^2 - v_{y0}^2}{-2g}$

$$v_y = v \sin \beta$$

$$v_x = v \cos \beta$$

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

$$v_y^2 = -2gh + v_0^2$$

$$v_y = \sqrt{v_{y0}^2 - 2gh}$$

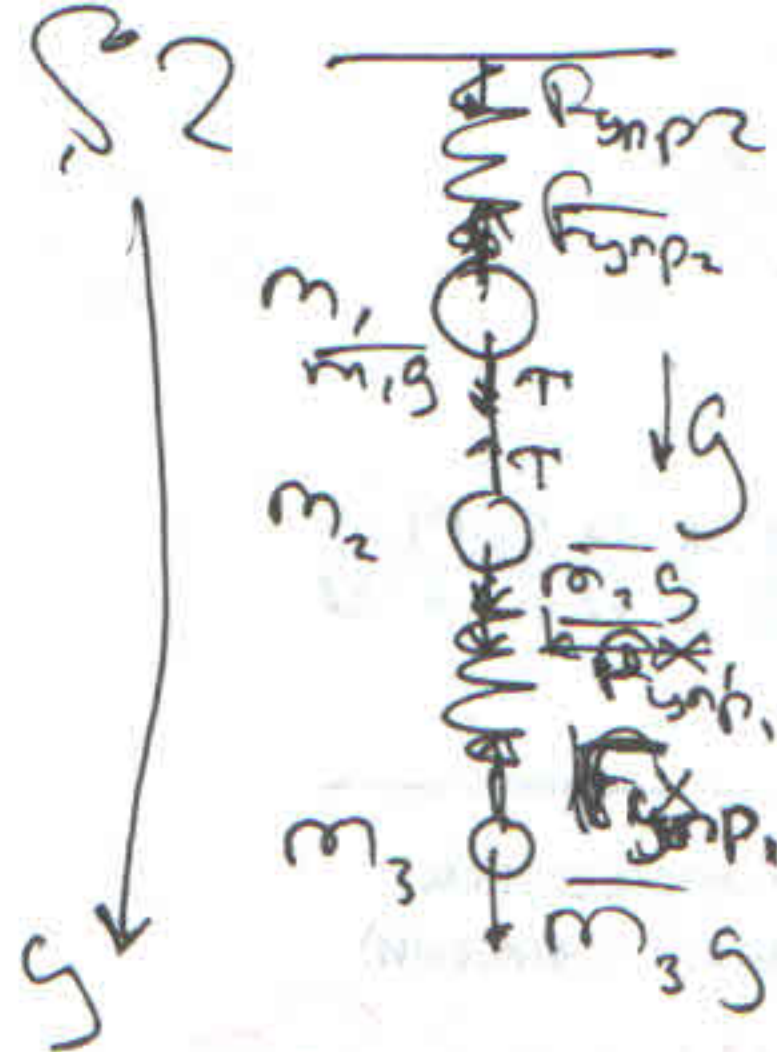
$$\tan \beta = \frac{\sqrt{v_{y0}^2 - 2gh}}{v \cos \alpha} = \frac{\sqrt{v^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{v \cos \alpha}$$

$$\tan \beta = \frac{\sqrt{75 - 40}}{5} = \frac{\sqrt{35}}{5} = \sqrt{\frac{7}{5}}$$

$$\tan \beta = \sqrt{1.4}$$

$$\beta = \arctan \sqrt{1.4} \approx 50^\circ$$

$$\text{Ответ } \beta = 50^\circ$$



Дано: $m_1 = 5 \text{ кг}$ $g = 9,87 \text{ м/с}^2$

$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$m_3 = 2 \text{ кг}$$

Найти: T , a после перерезания нити

Решение

Запишем 3. Ньютон для m_3

$$Oy: 0 = m_3 g - F_{\text{spring}} ; F_{\text{spring}} = m_3 g$$

Запишем 3. Ньютон для m_2

$$Oy: 0 = m_2 g + F_{\text{spring}} - T ; T = m_2 g + F_{\text{spring}} ; T = m_2 g + m_3 g$$

$$T = g(m_2 + m_3) = 9,87 \text{ м/с}^2 (1 \text{ кг} + 2 \text{ кг}) = 9,87 \text{ м/с}^2 \times 3 \text{ кг} = 29,61 \text{ Н}$$

Запишем 3. Ньютон для m_1 после перерезания нити

$$Oy: 0 = T + m_1 g - F_{\text{spring}}$$

$$Oy: 0 = T + m_1 g - F_{\text{spring}} ; F_{\text{spring}} = T + m_1 g$$

после перерезания:

$$Oy: m_1 a = m_1 g - F_{\text{spring}} ; m_1 a = m_1 g - T - m_1 g ; m_1 a = -T$$

$$a = \frac{-T}{m_1}$$

$$a = -\frac{29,61 \text{ Н}}{5 \text{ кг}} = -5,922 \text{ м/с}^2 (\Rightarrow \text{шарик движется вверх})$$

Ответ: $T = 29,61 \text{ Н}$

$a = -5,922 \text{ м/с}^2$ (шарик движется вверх)

З3



Дано:

$$\alpha, m, 3m, A$$

Найти: μ между брусками

Решение

Найдем a_{max} колебаний

$$x = A \cos \omega t$$

$$v = x' = -A \omega \sin \omega t$$

$$a = x'' = -A \omega^2 \cos \omega t$$

$$a_{\text{max}}$$

$$a_{\text{max}} = A \omega^2 ; a_{\text{max}} = A \frac{4m}{k} \quad (\text{д.к. Spring колеблется как одно тело})$$

3. Ньютон для нижнего бруска

$$m a = m g + N + F_{\text{top}}$$

$$Oy: 0 = N - m g \sin \alpha ; N = m g \cos \alpha$$

$$Ox: -m a = -F_{\text{top}} ; m a = \mu N = \mu m g \cos \alpha$$

$$a = \frac{\mu mg \cos \alpha}{m} = \mu g \cos \alpha$$

Максимальная сила трения необходима при максимальной скорости. Следовательно, рассчитаем μ для a_{\max} , для a_{\max} — условие

$$\mu = \frac{a_{\max}}{g \cos \alpha} = \frac{4 \text{ м}}{9 \cos \alpha} \text{ (к)?}$$

Ответ: $\frac{4 \text{ м}}{9 \cos \alpha} \text{ (к)}$

0,25

З4

Дано:

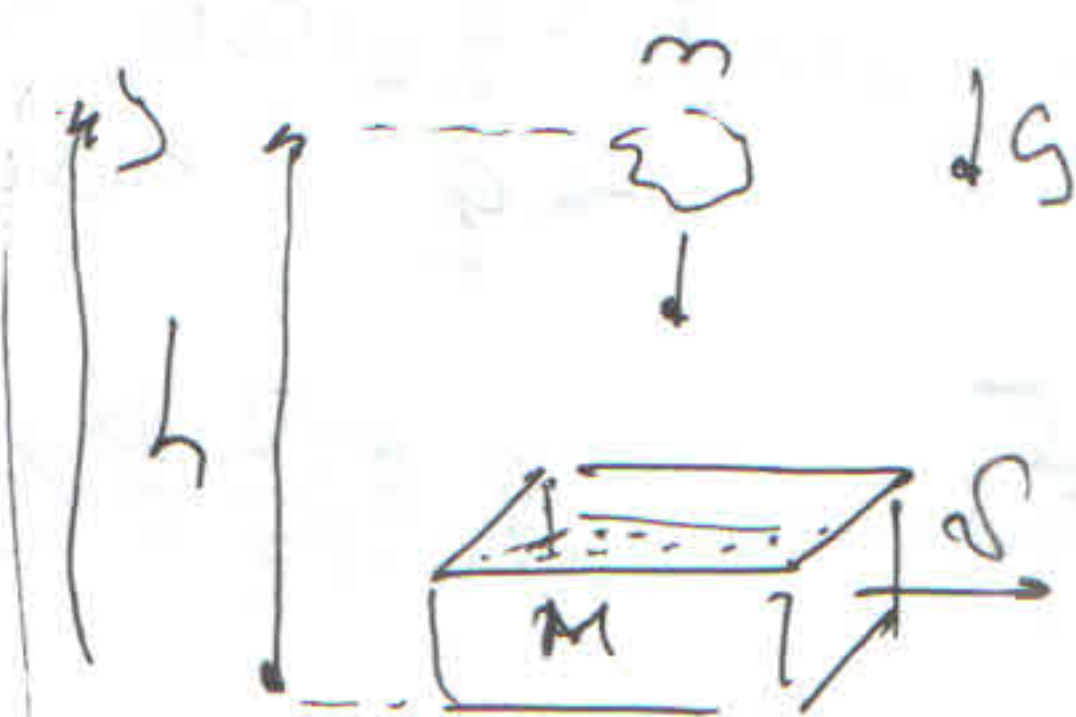
$$m = 1 \text{ кг}$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$M = 5 \text{ кг}$$

$$v = 3,87 \text{ м/с}$$

Найти: ΔU - ?



Найти ΔU

Захор. энергия

$$0x: Mv + 0 = (M+m)v'$$

$$v' = \frac{Mv}{M+m}$$

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

$$\Delta U = 1 \text{ кг} \times 9,87 \text{ м/с}^2 \times 5 \text{ м} + \frac{5 \text{ кг} \times 36 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} - \frac{25 \text{ кг}^2 \times 36 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2(1 \text{ кг} + 5 \text{ кг})}$$

$$= 50 + 5 \times 18 - 75 = 5 \times 18 - 25 = 5 \times 13 = 65 \text{ Дж}$$

Ответ: 65 Дж

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119273

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № I

§§ (прогнозирование)

$$\cos \omega t = \frac{I}{I_m} \quad (\text{из } 1)$$

$$\sin \omega t = \sqrt{1 - \frac{I^2}{I_m^2}} \quad (\text{из } (1))$$

$$I = \frac{I_m}{\omega} \sqrt{1 - \frac{I^2}{I_m^2}} \quad (\text{из } (5))$$

$$\frac{q^2 \omega^2}{I_m^2} = 1 - \frac{I^2}{I_m^2} ; \quad \frac{q^2 \omega^2 + I^2}{I_m^2} = 1 ; \quad I_m^2 = q^2 \omega^2 + I^2$$

небольшая
сумма
0,94

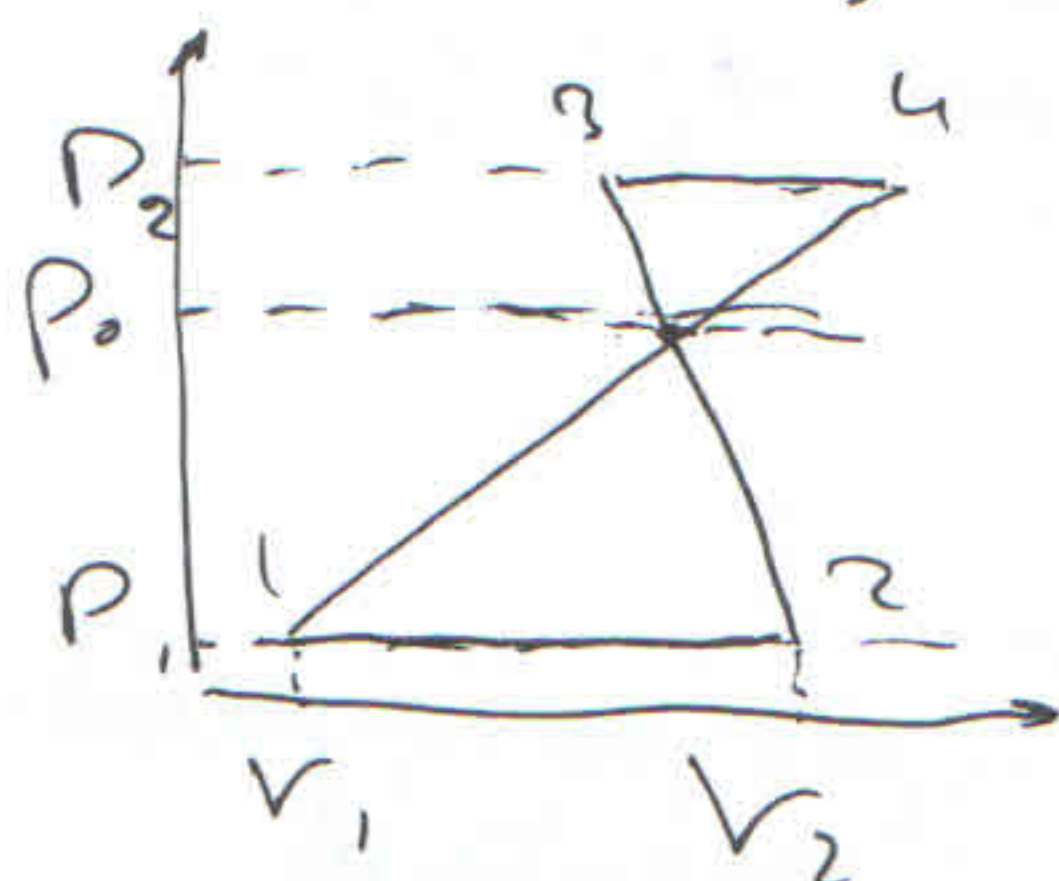
$$I_m^2 = (5 \times 10^{-9} \times 10^5)^2 + 0,64 \times 10^{-6} \text{ A}^2 = 25 \times 10^{-8} + 0,64 \times 10^{-6}$$

$$= 0,25 \times 10^{-6} + 0,64 \times 10^{-6} = 0,89 \times 10^{-6} \text{ A}^2$$

$$I_m = \sqrt{0,89 \times 10^{-6} \text{ A}^2} = 0,94 \times 10^{-3} \text{ A}$$

Ответ: $0,94 \times 10^{-3} \text{ A}$ ($0,94 \text{ mA}$)

§§



Дано:

$$P_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

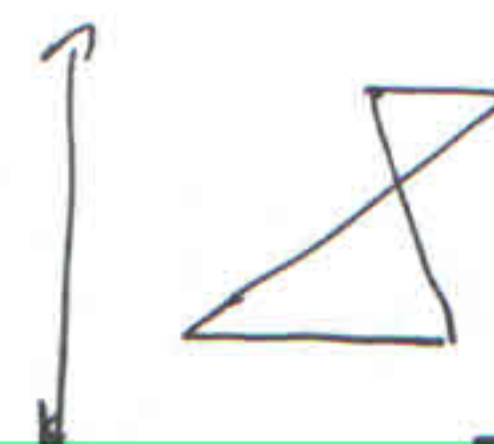
$$P_0 = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$$

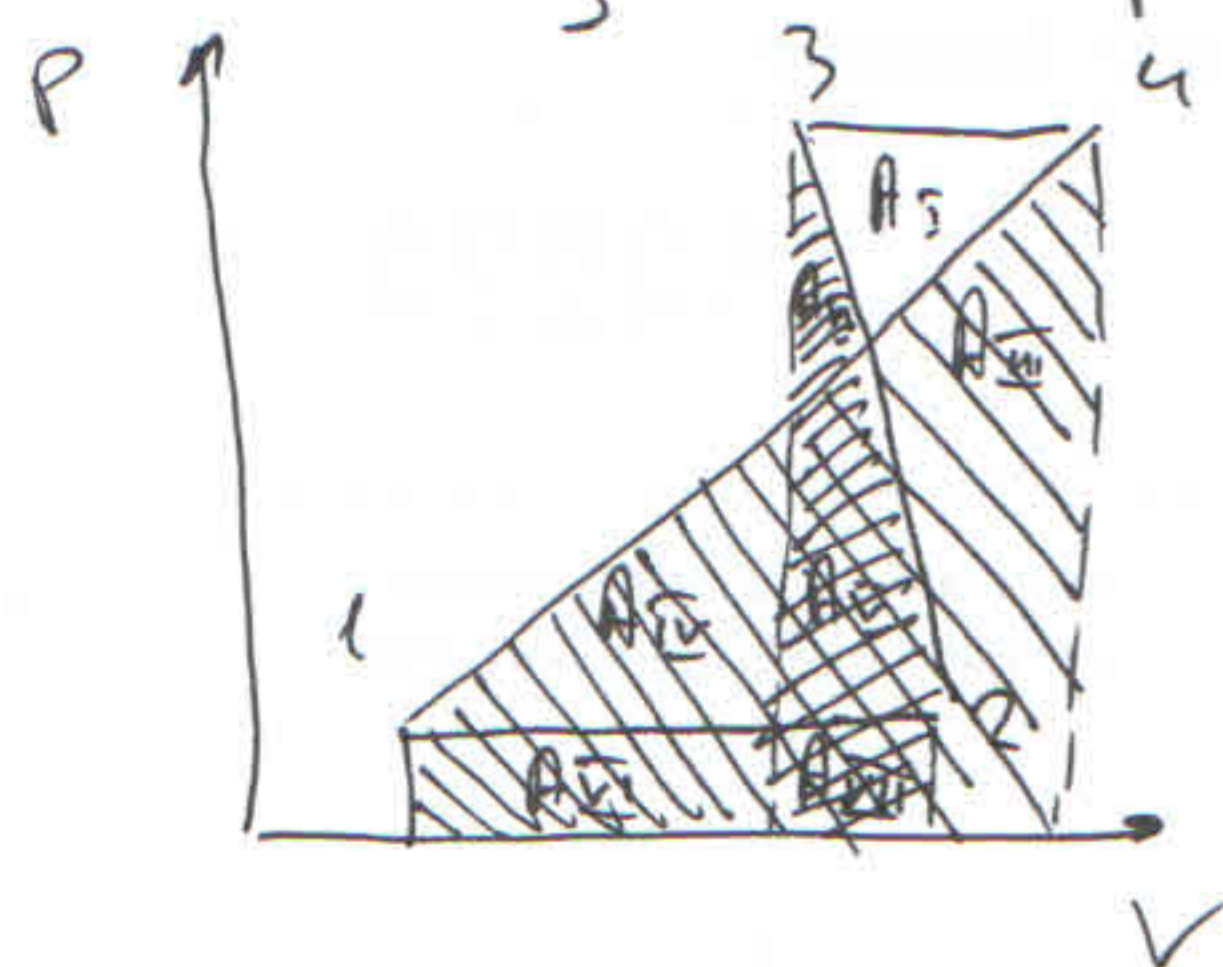
$$V_2 - V_1 = 10 \text{ m}^3 = 0,03 \text{ m}^3$$

Кельвин: 1432

Решение
Работа совершаемая газом:



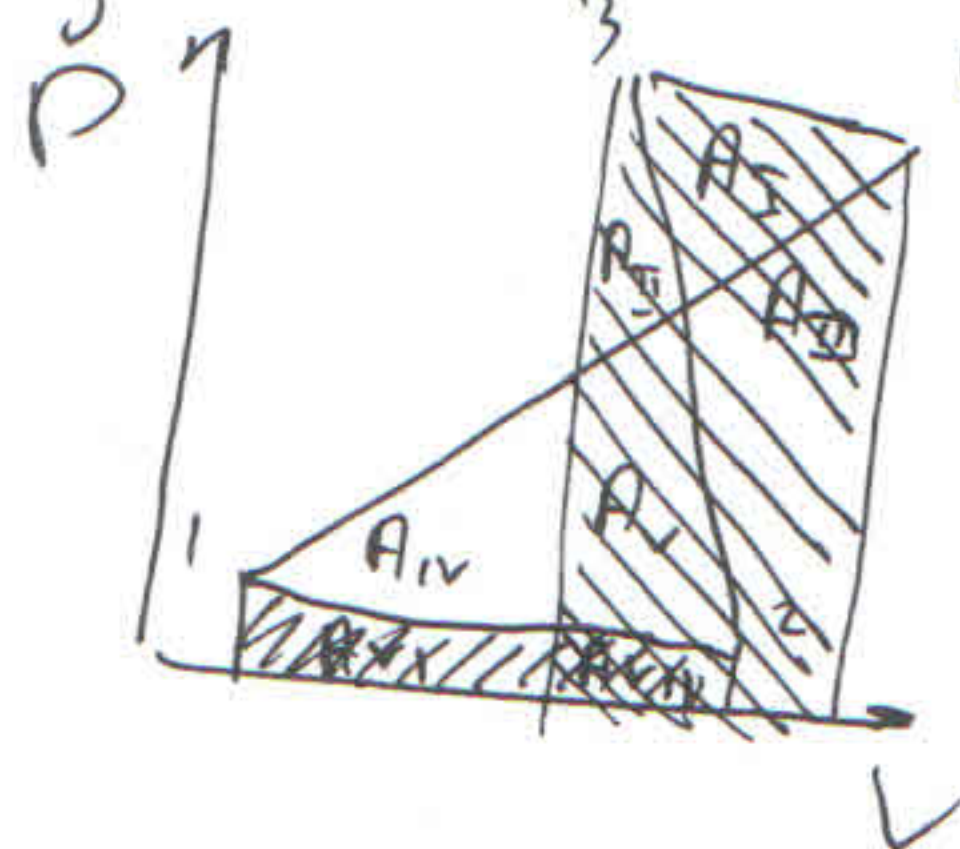
Газ совершает работу на участках 1-4 и 3-2



Работа газа равна площади под графиком PV

Наз газом совершает работу на

участках 4-3 и 2-1



Обозначим участки под графиком, как $A_I, A_{II}, A_{III}, A_{IV}, A_V, A_{VI}, A_{VII}$

$$A = \underbrace{+A_{II} + A_{III} + A_{IV} + 2A_V + A_{VI} + 2A_{VII}}_{\text{работа над газом}} - \underbrace{A_I - A_{II} - A_{III} - A_{IV} - A_V - A_{VI} - 2A_{VII}}_{\text{работа над газом}}$$

$$A = \underbrace{-A_I}_{\Delta 034} + \underbrace{A_{IV} + A_V}_{\Delta 102} \Rightarrow \text{работа за цикл равна разности площадей треугольников } \Delta 034 \text{ и } \Delta 102$$

$$A_{IV} + A_V = (P_0 - P_2)(V_2 - V_1) = (3 \times 10^5 \text{ Па} - 10^5 \text{ Па}) \times 0,05 \text{ м}^3 = 2 \times 10^5 \times 0,05 = 2 \times 10^3 \text{ Дж} = 2 \text{ кДж}$$

$$A_I = \text{площадь } \Delta 304$$

34 || 12 \Rightarrow прямоугольные или
+ соответственные углы при 0

\Downarrow
 $\Delta 120$ подобен $\Delta 304$

$$\frac{S_{304}}{S_{120}} = \left(\frac{P_2 - P_0}{P_0 - P_1} \right)^2 \quad (\text{квадрат коэффициента подобия})$$

$$\frac{S_{304}}{S_{02}} = \frac{A_I}{A_{IV} + A_V} = \left(\frac{4 \times 10^5 \text{ Па} - 3 \times 10^5 \text{ Па}}{3 \times 10^5 \text{ Па} - 10^5 \text{ Па}} \right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow A_I = \frac{1}{4} (A_{IV} + A_V)$$

ошибка в расчете!

$$A_{\Sigma} = 0,5 \cdot n \cdot D_{\text{max}}$$

$$A = A_{\text{in}} + A_{\text{v}} - A_{\Sigma} = 2 \cdot n \cdot D_{\text{max}} - 0,5 \cdot n \cdot D_{\text{max}} = 1,5 \cdot n \cdot D_{\text{max}}$$

$$\text{Obes: } 1,5 \cdot n \cdot D_{\text{max}} \quad 750 \text{ mm}$$

$$0,75$$