

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
49	17.03.25	Азрашвили	Сидор
Шифр			820050

Задача 1

а) $\vec{s} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$ ✓

т) S - перемещение тела

$\alpha = 120^\circ$ v_0 - скорость в начальный момент времени

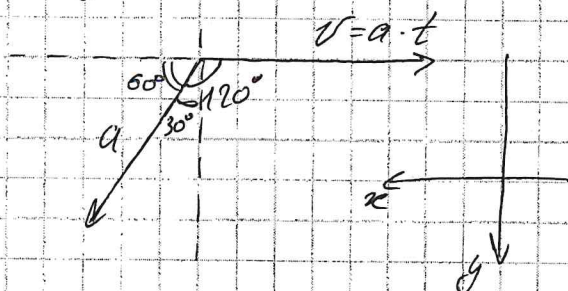
t - время движения

a - ускорение тела

2) Т.к. в условии ничего не сказано про начальную скорость космонавта, то $v_0 = 0$

$$S = \frac{a t^2}{2}$$

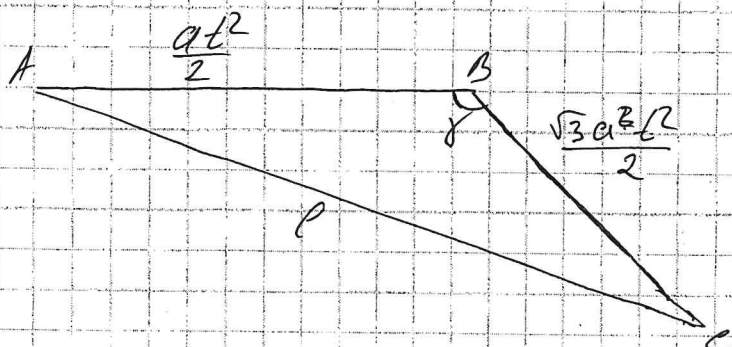
В момент, когда космонавт меняет направление он обладает скоростью $v = a \cdot t$



$$S_x = -v \cdot t + \frac{a \cdot \cos 60^\circ \cdot t^2}{2} = \frac{a t^2}{4} - a t^2 = -\frac{3 a t^2}{4}$$

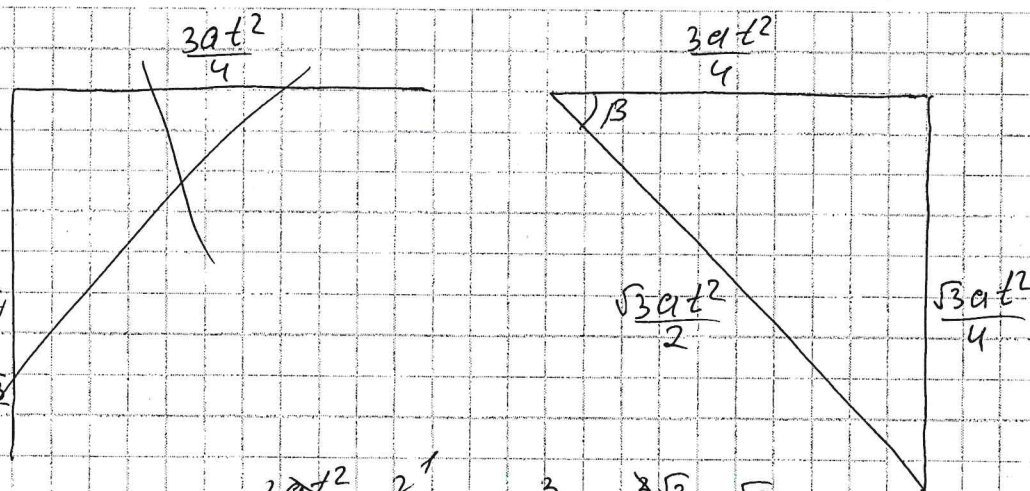
$$S_y = \frac{a \cdot \cos 30^\circ \cdot t^2}{2} = \frac{a t^2 \cdot \sqrt{3}}{4}$$

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{\frac{9 a^2 t^4}{16} + \frac{3 a^2 t^4}{16}} = \sqrt{\frac{12 a^2 t^4}{16}} = \frac{a t^2}{2} \cdot \sqrt{3} = \frac{\sqrt{3} a t^2}{2}$$



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр 920050



$$\cos \beta = \frac{3at^2}{2.4} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}at^2} = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$\gamma = 150^\circ$$

По т. косинусов.

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2AB \cdot AC \cdot \cos \gamma$$

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2 - 2AB \cdot AC \cdot \cos \gamma}$$

$$AC = \sqrt{\frac{a^2 t^4}{4} + \frac{3a^2 t^4}{4} - \frac{2 \cdot a t^2 \cdot \sqrt{3} a t^2}{4} \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)} = \sqrt{\frac{4a^2 t^4}{4} + \frac{6a^2 t^4}{8}} =$$

$$= \sqrt{\frac{7a^2 t^4}{4}} = \frac{a t^2 \cdot \sqrt{7}}{2}$$

$$l = \frac{a t^2 \cdot \sqrt{7}}{2}$$

$$3) \frac{at^2}{2} + \left(at^2 - \frac{A \cdot t^2}{2}\right) = 0$$

$$\frac{3at^2}{2} = \frac{A \cdot t^2}{2}$$

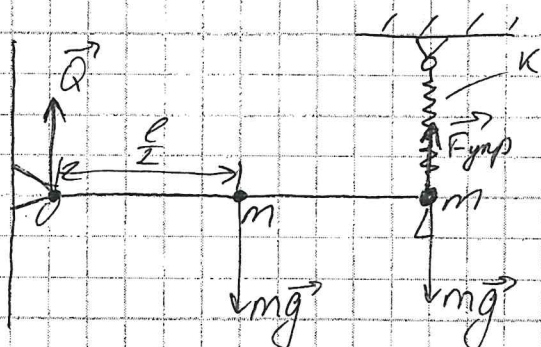
$$A = 3a$$

Ответ: 2) $l = \frac{at^2 \cdot \sqrt{7}}{2}$; 3) $A = 3a$

Задача 2

L, m, k | 4-ое условие равновесия тел.

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			



1) 1-ое условие равновесия: $\vec{Q} + m\vec{g} + m\vec{g} + \vec{F}_{упр} = 0$

Q - сила реакции, действующая на стержень.

$m\vec{g}$ - сила тяжести.

$F_{упр}$ - сила упругости.

2-ое условие равновесия: $M_2 = M_1$

Запишем второе условие равновесия от-но точки O : $m\vec{g} \cdot \frac{l}{2} + m\vec{g} \cdot l = F_{упр} \cdot l$

l - длина стержня.

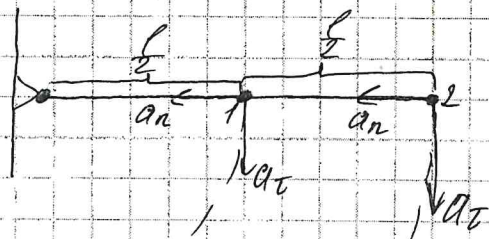
2) $F_{упр} = k\Delta x$

$m\vec{g} \cdot \frac{l}{2} + m\vec{g} \cdot l = k\Delta x$ - второе условие равновесия

$$\frac{3mgl}{2} = k\Delta x \rightarrow \Delta x = \frac{3mgl}{k}$$

105

3)



a - Поле отрыва крутильной пружины стержень будет двигаться по окружности, т.к. стержень жесткий.

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_{\tau}^2}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

$a_{n1} = a_{n2} = 0$, т.к. $v = 0$ в момент отрыва

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$a_1 = g$$

$$a_1 = \sqrt{0 + g^2} = g$$

$$a_2 = \sqrt{0 + g^2} = g$$

Ответ: 2) $\Delta x = \frac{3mgl}{k}$; 3) $a_1 = g$, $a_2 = g$

Задача 3

$$V_1 = 1 \text{ м}^3$$

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 = 2 \text{ м}^3$$

$$PV^\gamma = \text{const}$$

$$\gamma = 5$$

$$Q = C \Delta T = c \frac{m}{M} \cdot \Delta T$$

$$c = \frac{Q \cdot M}{m \Delta T}$$

Q - теплота, затраченная на нагревание газа
на ΔT

M - молярная масса газа

m - масса газа

ΔT - изменение температуры газа

$$1) \Delta U = U_2 - U_1$$

$$U = \frac{i}{2} p V$$

$$p V^\gamma = \text{const} \rightarrow p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1^\gamma}{V_2^\gamma}$$

$$p_2 = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 1 \text{ м}^3}{(2 \text{ м}^3)^\gamma} = 25 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

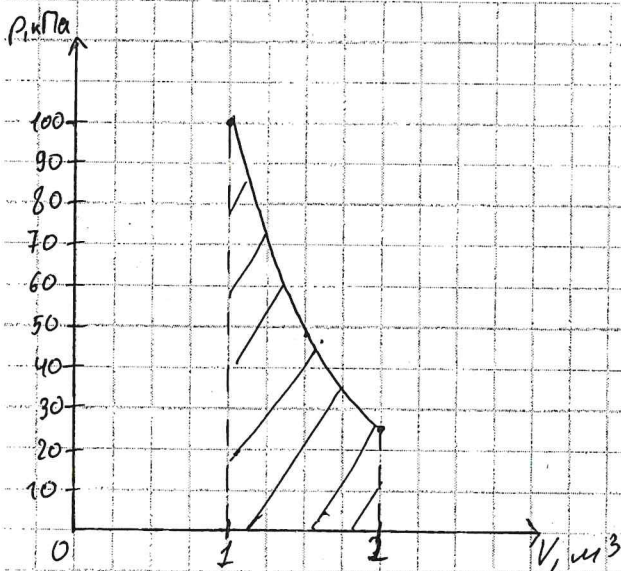
$$U_1 = \frac{5}{2} \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 1 \text{ м}^3 = 25 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

$$U_2 = \frac{5}{2} \cdot 25 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 2 \text{ м}^3 = 125 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$\Delta U = 125 \cdot 10^3 - 25 \cdot 10^4 \text{ Дж} = -125 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

3) $A = \frac{3}{2} \Delta U = \frac{3}{2} (-125 \cdot 10^3 \text{ Дж})$ Построим график данного процесса в pV координатах

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			



Работа газа будет равна площади под графиком.

Зависимость p от V :

$$p = \frac{10^5}{V^2}$$

$$A = \frac{3}{2} \int_{V_1}^{V_2} p \, dV \quad \text{X}$$

$\int p \, dV = \frac{3}{2}$ Уравнение Клапейрона:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

Давление увеличилось в 4 раза, объем увеличился в 2 раза, значит температура увеличилась в 2 раза.

$$\Delta T = \frac{T_2}{2}$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\nu R \Delta T = \nu R \frac{T_2}{2} = \frac{p_2 V_2}{2}$$

$$A = \frac{3}{2} \cdot \frac{p_2 V_2}{2} \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$A = \frac{3}{2} \cdot \frac{10^5 \cdot 1}{2} \cdot \ln \frac{2}{1} \approx 51986,04 \text{ Дж} \quad \text{X}$$

4) По 1-й термодинамике:

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = 51986,04 \text{ Дж} - 125 \cdot 10^3 \text{ Дж} = -73013,96 \text{ Дж}$$

Ответ: 2) $\Delta U = -125 \cdot 10^3 \text{ Дж}$; 3) $51986,04 \text{ Дж}$; 4) $-73013,96 \text{ Дж}$.

115

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 4

$$P_0 = 1440 \text{ Вт}$$

$$T_{\text{окр}} = 20^\circ \text{C}$$

$$P = \alpha(T - T_{\text{окр}})$$

$$\alpha = 42 \frac{\text{Вт}}{^\circ \text{C}}$$

$$\eta = ? \quad P_{\text{нат}} = ?$$

Найдем зависимость η от T :

$$0,2 = 20k + b$$

$$0 = 60k + b$$

$$b = 0,2 - 20k$$

$$0 = 60k + 0,2 - 20k$$

$$40k = -0,2$$

$$k = -0,005$$

$$b = 0,2 + 20 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,3$$

$$\eta = -5 \cdot 10^{-3} T + 0,3$$

В установившемся режиме $P_{\text{нат}} = P_{\text{отд}}$, где $P_{\text{нат}}$ - мощность, которая идет на нагрев двигателя, а $P_{\text{отд}}$ - мощность, идущая на передачу тепла в окр. среду. $P_{\text{нат}} = \alpha(T - T_{\text{окр}})$

$$P_0 = P_{\text{нат}} + P_{\text{отд}}; \quad P_{\text{нат}} = P_0 \cdot \eta$$

$$P_0 = P_0 \cdot \eta + \alpha(T - T_{\text{окр}}) = P_0 \cdot (-5 \cdot 10^{-3} T + 0,3) + \alpha(T - T_{\text{окр}})$$

$$P_0 = P_0 \cdot (-5 \cdot 10^{-3}) \cdot T + 0,3 \cdot P_0 + \alpha T - \alpha T_{\text{окр}}$$

$$T(P_0 \cdot (-5 \cdot 10^{-3}) + \alpha) = P_0 + \alpha T_{\text{окр}} - 0,3 \cdot P_0$$

$$T = \frac{P_0 + \alpha T_{\text{окр}} - 0,3 \cdot P_0}{P_0 \cdot (-5 \cdot 10^{-3}) + \alpha}$$

$$T = \frac{1440 + 42 \cdot 20 - 0,3 \cdot 1440}{1440 \cdot (-5 \cdot 10^{-3}) + 42} = 53,1^\circ \text{C}$$

$$\eta = -5 \cdot 10^{-3} \cdot 53,1^\circ \text{C} + 0,3 = 0,0345$$

$$P_{\text{нат}} = P_0 \cdot \eta; \quad P_{\text{нат}} = 1440 \text{ Вт} \cdot 0,0345 = 49,68 \text{ Вт}$$

Ответ: 49,68 Вт