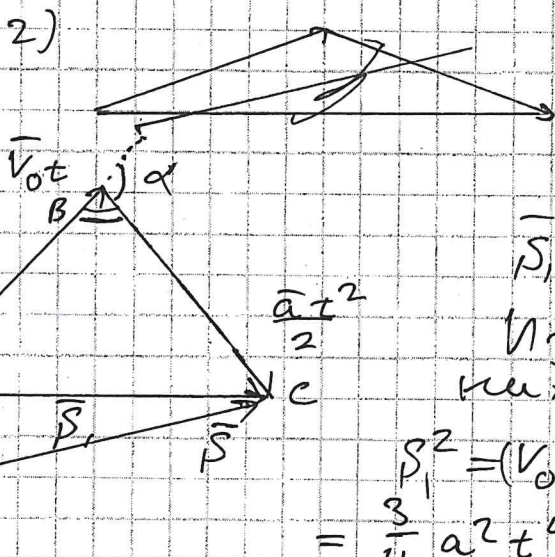


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
50	17.04.25	Александров С.	Сидор
Шифр			043540

12/12/20/4/2/50

Реш-е:
1) $a, t, \alpha = \frac{2\pi}{3}$
2) $\rho = ?$
3) $A = ?$

Реш-е: 1) $\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$; $\vec{V}$ - скорость тела;
 $\vec{V}_0$ - нач. скорость тела, $\vec{a}$ - ускор. тела
 $\vec{\rho} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \equiv \vec{V}t$; ρ - перемещение
тела



Нарисуем вектора перем. космонавта за время полета (см. рис.)

$$V_0 = at; \rho_0 = \frac{at^2}{2}$$

$$\vec{\rho}_1 = \frac{\vec{a}t^2}{2} + \vec{V}_0 t$$

Из теоремы косинусов найдем $|\rho_1|$:

$$\rho_1^2 = (V_0 t)^2 + \left(\frac{at^2}{2}\right)^2 + V_0 t \cdot at \cos \alpha = \frac{3}{4} a^2 t^4 \Rightarrow \rho_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} at^2$$

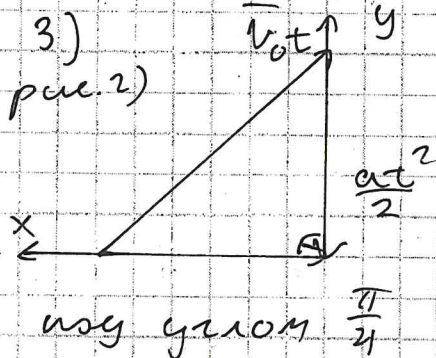
Заметим, что $(V_0 t)^2 = a^2 t^4 = \rho_1^2 + \left(\frac{at^2}{2}\right)^2 \Rightarrow \angle BCA = \frac{\pi}{2}$
(заметим, что на рисунке так не скажем) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \angle HAP = \frac{5\pi}{6}$$

Снова из теор. косинусов для $\triangle HAP$ имеем:

$$\rho^2 = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} at^2\right)^2 + \left(\frac{at^2}{2}\right)^2 - \frac{\sqrt{3}}{2} (at^2)^2 \cos \frac{5\pi}{6} = \frac{7}{4} a^2 t^4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\sqrt{7}}{2} at^2 \checkmark$$

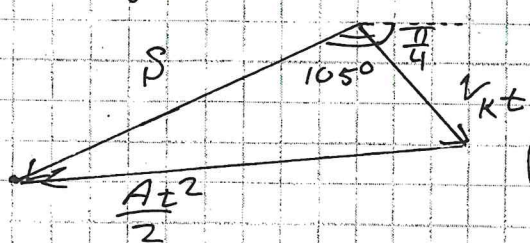


Из 2-го пункта имеем треугол. перем. в $t \in (t; 2t)$ (см. рис. 2). Введем проекции Oy и Ox и найдем скорость космонавта в моменте $2t$:
 $V_y = V_0 - at = -\frac{1}{2} V_0$; $V_x = V_0 \cos \alpha = \frac{1}{2} V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow V_k = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} at$. $\vec{V}_k$ будет наклонен к Ox углом $\frac{\pi}{4}$.

Теперь нарисуйте треугол. перем. для $t \in (2t; 3t)$ (см. рис.). Из рисунка имеем:

$$\left(\frac{At^2}{2}\right)^2 = \rho^2 + (V_k t)^2 - 2\rho V_k t \cos 105^\circ$$



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

043540

~1(Продолжение)

$$A = \sqrt{9 + 2\sqrt{14} \sin 15^\circ} a$$

Ответ: 2) $S = \frac{\sqrt{7}}{2} a \tau^2$ 3) $A = \sqrt{9 + 2\sqrt{14} \sin 15^\circ} a$

~2
Дано:

k, m, L

2) $\Delta x = ?$

3) $a_1, a_2 = ?$

Реш-е: 1) $\sum_i \vec{F}_i = 0; \sum_i \vec{M}_i = 0$, где

$\sum_i \vec{F}_i$ - сумма сил, действ. на тело; $\sum_i \vec{M}_i$ -

- сумма моментов сил, действ. на тело

тело в равновесии

Заменим правило моментов

отн. т. О:



$$\frac{1}{2}mgL + mgL = k\Delta x L \Leftrightarrow \frac{3}{2}mg = k\Delta x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{3mg}{2k}$$

3) Оба груза будут вращаться вокруг стержня. В начальный момент скорости грузиков $v=0$, а значит центрострем. ускор. тоже $0=a_n$. $\perp$ М стержня находится на $x_m = \frac{3}{2}L$ от т. О и движется вниз.

Т.к. Из кинем. связей имеем:

$$a_2 = g \frac{2L}{x_m} = \frac{4}{3}g; a_1 = g \frac{L}{x_m} = \frac{2}{3}g$$

Ответ: 2) $\Delta x = \frac{3mg}{2k}$ 2) $a_1 = \frac{2}{3}g; a_2 = \frac{4}{3}g$

~3

Дано:

$$V = 1 \text{ м}^3$$

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 = 2 \text{ м}^3$$

$$pV^2 = \text{const}$$

$$i = 5$$

$$2) A = ?$$

$$3) \Delta Q = ?$$

$$C = ?$$

Реш-е: 1) $C = \frac{\delta Q}{dT}$; δQ - малое изм. темп-оты; dT - малое изм. темп. ($\delta Q, dT \rightarrow 0$); V - кон-ва вещества

$$2) pV^2 = \text{const} \Rightarrow p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2 \Leftrightarrow p_2 = p_1 \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{1}{4} p_1$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{5}{2} p_1 V_1 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right) =$$

$$= -1,25 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

$$3) C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{dA + dU}{dT} = C_V + p \frac{dV}{dT} = \frac{5}{2} \nu R + p \frac{dV}{dT}$$

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

~ 3 (Продолжение)

$$3) A = \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV; pV^2 = \text{const} = \alpha \Rightarrow p(V) = \frac{\alpha}{V^2}; \alpha = p_1 V_1^2$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\alpha}{V^2} dV = -\frac{\alpha}{V} \Big|_{V_1}^{V_2} = \frac{\alpha}{V_1} - \frac{\alpha}{V_2} = p_1 V_1 \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right) = \frac{1}{2} p_1 V_1$$

$$= 5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

4) Первое начало термодинамики: $\Delta Q = A + \Delta U \Rightarrow$
 $\Rightarrow \Delta Q = -\frac{3}{2} p_1 V_1 = -0,75 \cdot 10^5 \text{ Дж}$

$$C = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\Delta Q R}{p_2 V_2 - p_1 V_1} = \frac{3}{2} R \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

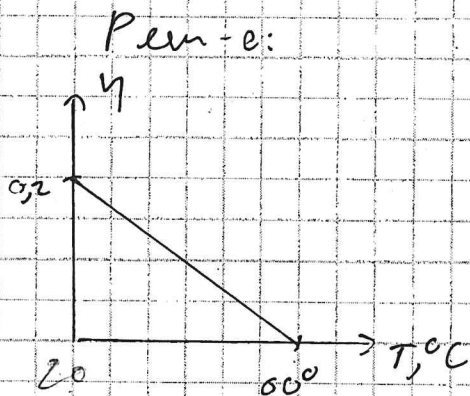
Ответ: 2) $\Delta U = -1,25 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ 3) $A = 5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$

4) $\Delta Q = -0,75 \cdot 10^5 \text{ Дж}$, $C = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

~ 4
 Дано:
 $P_0 = 1400 \text{ Вт}$
 $P = \alpha(T - T_{\text{окр}})$
 $\alpha = 42 \frac{\text{Вт}}{^\circ\text{C}}$

$T_{\text{окр}} = 20^\circ\text{C}$

$\eta_y = ?$



Найдем $\eta(T)$ из графика:

$$\eta_y(T) = 0,2 - \frac{T}{300}$$

С другой стороны имеем:

$$\eta = \frac{P_0 - P}{P_0} = 1 - \frac{P}{P_0} = 1 + \frac{\alpha T_{\text{окр}}}{P_0} - \frac{\alpha T}{P_0}$$

$$= \frac{8}{5} - \frac{5T}{100}$$

Пересечение двух этих функций даст нам КПД и температуру двигателя в установившемся режиме. Имеем:

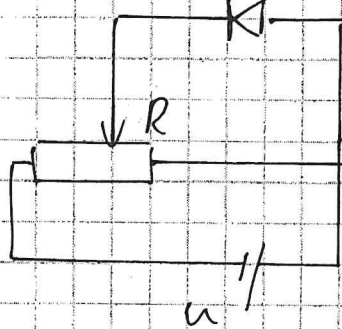
$$\frac{8}{5} - \frac{5T}{100} = \frac{1}{5} - \frac{T}{300} \Rightarrow \frac{8T}{300} = \frac{7}{5} \Rightarrow T = \frac{105}{2} ^\circ\text{C} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \eta_y = \frac{1}{40}$

Ответ: $\eta_y = \frac{1}{40}$

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

Дано:
 $u, l_0,$
 $u_0 = -u$
 $R(l_0) = R$
 2) $l_{отк} = ?$
 3) $\eta(l)$
 $= ?$



Реш-е: 1) $Q = UI t = \frac{u^2}{R} t = I^2 R t$,
 где t — время; I — сила тока
 через резистор; u — напряж. на нем
 R — сопротив. Q — теплота, t — время

в общем случае $Q = UI t$

$$2) u = \frac{l_{отк}}{l_0} I R; u_0 = \frac{1}{3} u = (-1 + \frac{l_{отк}}{l_0}) u$$

$$\Rightarrow l_{отк} = 0$$

$$3) P_D = I u_0 = P_D = I u_0 = \left(\frac{l_0}{l_0} - 1\right) \frac{u^2}{R} = \left(\frac{l_0}{l_0} - 1\right) \frac{u^2}{R}$$

$$P_R = \frac{l_0 u^2}{l R}; \eta = \frac{P_D}{P_D + P_R} = \frac{l_0 - l}{2l_0 - l} = 1 - \frac{l_0}{2l_0 - l} = 1 + \frac{l_0}{l - 2l_0}$$

Ответ: 2) $l_{отк} = 0$ 3) $\eta(l) = 1 + \frac{l_0}{l - 2l_0}$