

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
41	17.03.25	Абрамидов	Сидор
Шифр			043542

1/2/3/4/5/6/7/8
12/12/11/4/2/4/1

N1
Дано
 $t; a$
 $\alpha = 120^\circ$

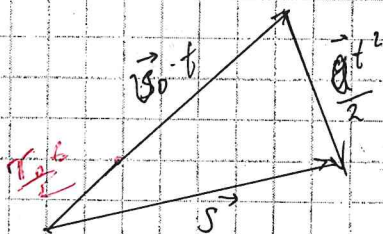
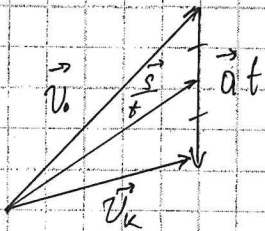
Решение

Запишем уравнения кинематики:

1) $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$, где $\vec{v}$ - вектор конечной скорости в момент времени t . $\vec{v}_0$ - вектор начальной скорости, $\vec{a}$ - вектор ускорения, т.к. движение равноускоренное и прямолинейное, то $a = \text{const}$, t - промежуток времени от v_0 до v .

2) $\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$. $\vec{s}$ - вектор перемещения; $\vec{v}_0$ - начальная скорость; промежуток времени.

Из уравнений векторным способом можно построить.



$$|\vec{s}| = [м]$$

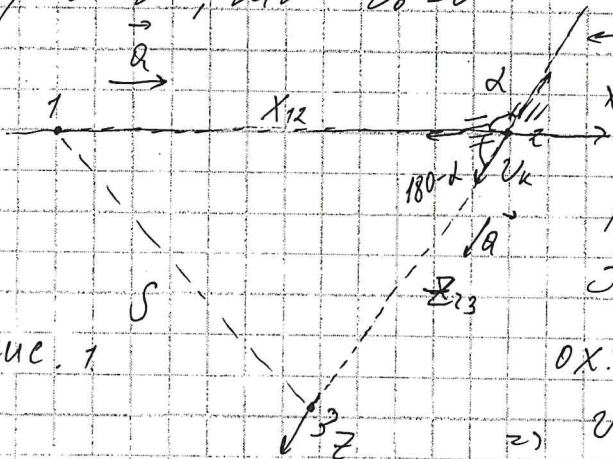
$$|\vec{v}_0|, |\vec{v}_k| = [м/с]$$

$$|\vec{a}| = [м/с^2]$$

$$t = [с]$$

2) Т.к. космонавт находится в инерциальной системе отсчета, то их взаимодействие можно пренебречь.

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



$\alpha \equiv$ - направление силы реактивного движения

1 - точка старта, 2 - точка разворота, 3 - конечная точка

Запишем для пути $1 \rightarrow 2$:

$$Ox: v_x(t) = at; \quad x(t) = \frac{at^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_k = at; \quad x_{12} = \frac{at^2}{2}$$

Будем считать, что при повороте скорость v_k на траектории $1 \rightarrow 2$, то

$$\text{Для } 2 \rightarrow 3: \quad OZ: v_z(t) = v_k + at; \quad z(t) = v_k t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_k(t) = v_{k2} = 2at; \quad z(t) = z_{23} = \frac{3}{2} at^2$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

043542

Из геометрии (рис.) по γ косинусов

$$S^2 = X_{12}^2 + Z_{13}^2 - 2 X_{12} \cdot Z_{13} \cos 180^\circ - A^2$$

Пусть $\beta = 180^\circ - \alpha \geq 60^\circ$
 $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$

$$S^2 = \frac{a^2 t^4}{4} + \frac{9 a^2 t^4}{4} - 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{a^2 t^4}{2} \cdot \frac{3 a^2 t^4}{2} = \frac{10 a^2 t^4}{4} - \frac{3}{4} a^2 t^4 \Rightarrow S = \frac{\sqrt{7}}{2} a t^2 \quad \checkmark$$

3) Представим, когда расстояние до точки 1 стало равно S , но косинус не вернул на точку орчи и включил рол. оськи чтобы ускорение стало A . Представим, что оно не добавлен скорости, но его начальная скорость в этом рвах. равна v_k :

$$S = v_k t + \frac{A t^2}{2} \Rightarrow \frac{\sqrt{7}}{2} a t^2 = 2 a t^2 + \frac{A t^2}{2} \quad | : t^2 \quad \sqrt{7} a = 4 a + A \Rightarrow$$

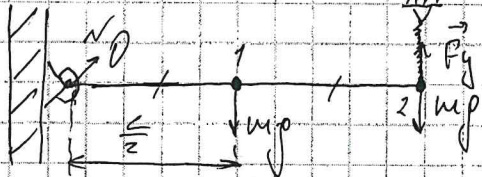
$$\Rightarrow -A = a(\sqrt{7} - 4) < 0 \quad \Rightarrow \text{в движении } 3 \Rightarrow 1 \text{ ранее тормозит}$$

Ответ: $S = \frac{\sqrt{7}}{2} a t^2$; $A = a(4 - \sqrt{7})$ тормозит

N2

Дано
 L, m, k

Решение



Занимем условие равновесия тел:

$\Delta x = ?$
 $q_1 = ?$
 $q_2 = ?$
 $\sum \vec{F} = 0$, где $\vec{F}$ - вектор силы, действующий на тело
 $|\vec{F}| = [H]$

2-е условие говорит, что момент силы относительно какой-то точки должен быть равен нулю:

Можно $M_0 \in H$ $M_0 = \sum_{i=1}^n \vec{r}_i \cdot \vec{F}_i = 0$, где M_0 - момент силы относительно точки $i=1$ $[H \cdot m]$, $\vec{r}_i$ - сила, действующая на тело (или рычага) (минимальное расстояние от точки до линии действия силы) $[m]$.

2) По правилу моментов в опп. точка O :

$$M_0 = 0 : m \cdot g \cdot \frac{L}{2} + m \cdot g \cdot L = F_y, \text{ По 3. Гук: } F_y = k \cdot \Delta x$$

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

$$\frac{3}{2} \mu g = k \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{3}{2} \frac{\mu \cdot g}{k}$$

105

3) При отрыве ~~грузов~~ грузины ~~силу~~ $F_y = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ силу тяжести ничто не компенсирует $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ вся система будет двигаться по окр. $M(0; L)$

В момент отрыва скорости грузиков равна нулю $\Rightarrow a_n = 0$

Запишем формулу для тангенциального ускорения:

$$a_t = \epsilon R \Rightarrow \frac{a_{t1}}{a_{t2}} = \frac{\epsilon r_1}{\epsilon r_2} = \frac{r_1}{r_2}, \text{ где } r_1 = \frac{1}{2} L, r_2 = L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_{t2} = 2 a_{t1} \quad \checkmark \quad 25$$

Рассмотрим силы действующие на груз в момент отрыва

$$m a_1 = \mu g \Rightarrow a_1 = g \Rightarrow a_2 = 2g \quad \times$$

$$\text{Ответ: } \Delta x = \frac{3}{2} \frac{\mu \cdot g}{k}; \quad a_1 = g; \quad a_2 = 2g$$

13

Дано

$$V_1 = 1 \text{ м}^3$$

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 = 2 \text{ м}^3$$

$$n = 2$$

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

$$\Delta U = ?$$

$$A = ?$$

$$Q = ?$$

$$C = ?$$

Решение.

1) Дарим определение молярной теплоемкости:

Молярная теплоемкость — это отношение количества тепла к произведению кол-ва вещества на изменение температуры:

$C_v = \frac{Q}{\nu \cdot \Delta T}$ где Q — количество тепла [Дж], ν — кол-во вещества [моль]; ΔT — изменение температур (от T_0 до T_k) [К]

2) Нам известно, что $pV^\gamma = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \Rightarrow p_2 = \frac{V_1^\gamma}{V_2^\gamma} p_1$$

По ур-ю Менделеева Клапейрона — Менделеева:

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

$$pV = \nu RT \Rightarrow p_1 T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}; \quad T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}$$

Заменим формулу изменения внутренней энергии:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T, \text{ где } i - \text{степень свободы, т.к. газ двухатомный, то } i = 5$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{V_2 p_2}{\nu R} - \frac{p_1 V_1}{\nu R} \right) = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{V_2 - V_1}{V_2} \right) = -125000 \text{ Дж}$$

$$\text{т.к. } T_1 > T_2$$

3) Заменим формулу работы газа: $A_r = \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV \Rightarrow$
 $\Rightarrow A_r = p_1 \left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{V_2^2} \right) (V_2 - V_1) = 75000 \text{ Дж}$

4) По I з. термодинамики:

$$Q = \Delta U + A_r \Rightarrow Q = -125000 + 75000 = -50000 \text{ Дж}$$

т.к. $pV^2 = \text{const}$, то это политропический процесс, при котором $c = \text{const}$.

$$\eta = \frac{c - c_p}{c - c_v}, \text{ где } c_v = \frac{i}{2} R = \frac{5}{2} R; \quad c_p = c_v + R = \frac{7}{2} R$$

$$\Rightarrow \eta c - \eta c_v = c - c_p \Rightarrow \eta c - c = c_p + \eta c_v \Rightarrow c = \frac{c_p + c_v \eta}{\eta - 1} = c_p + c_v \eta =$$

$$= \frac{17}{2} R$$

Ответ: $\Delta U = -125000 \text{ Дж}; A_r = 75000 \text{ Дж}; Q = -50000 \text{ Дж};$

$$c = \frac{17}{2} R$$

N 4

Дано
 $P_0 = 1400 \text{ Вт}$
 $T_{\text{окр}} = 20^\circ \text{C}$
 $\alpha = 42 \text{ Вт/}^\circ \text{C}$

$P_n = ?$

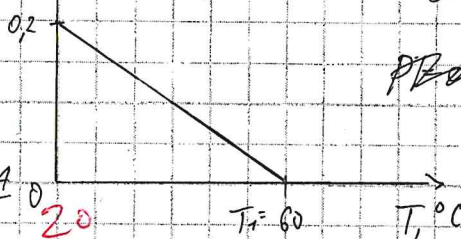
Решение

Найдем $\eta(T):$

$$\eta(T) = 0,2 - \frac{1}{300} T$$

Заменим формулу КПД:

$$\eta = \frac{P_n}{P_3} = \frac{P_0}{P_3}, \text{ т.к. } P = \frac{A}{t}$$



$$P \propto P(T) = \alpha(T - T_{\text{окр}})$$

$$P_3 = P(T)$$

Рассмотрим начальный момент времени

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

Запишем формулу полезной мощн.
 $\eta = \frac{P_n}{P_0} \Rightarrow P_n = \eta \cdot P_0 = 280 \text{ Вт}$, $P_n(T) = \frac{\eta(T) \cdot (T - T_{окр})}{1 - \eta(T)}$, в устано-
 вившемся поперечном сечении трубы при $T = 60^\circ\text{C} \Rightarrow P_n = 0$

N5

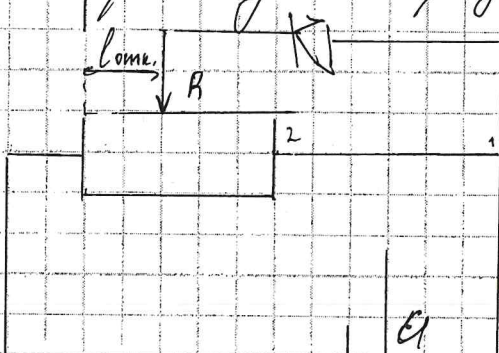
Дано
 $U \in [0; U_0]$
 $U_0 = -U$
 $U_0 = -U$
 $U_0 = -U$

Решение

1) Запишем формулу закона Джоуля - Ленца:

$Q = I^2 \cdot R \cdot t$, где Q - количество выделенного тепла, I - сила тока, R - сопротивление, t - время.
 R - сопротивление нити $[R_{\text{н}}]$; t - время, за которое происходит процесс $[t]$

2)

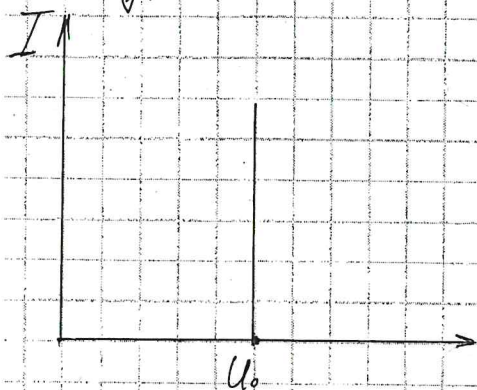


Запишем формулу сопротивления:

$$R = \frac{\rho l}{S} \Rightarrow R_{\text{н}} = \frac{l_{\text{н}}}{l_0} \cdot R$$

П.к. нити изогнута, то вычисления сопротивления можно упростить:

Выразим сопротивление нити: $R_{\text{н}} = \frac{l_{\text{н}}}{l_0} \cdot R$



Из графика можно видеть, что напряжение источника $U_0 = -U$

При последовательном соединении:

$$\begin{aligned} I_1 = I_2 = \dots = I_n = I \\ U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \\ R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \end{aligned} \quad \left| \begin{aligned} I &= (U - U_0) \cdot R_{\text{н}} \\ I &= U_0 \cdot R_p \end{aligned} \right.$$

$$\begin{aligned} I &= (R_p + R_{\text{н}}) \cdot U \Rightarrow \\ I &= U_0 \cdot R_p \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad R_p U + R_{\text{н}} U = U_0 \cdot R_p \Rightarrow R_p = \frac{U}{U_0 - U} \cdot R_{\text{н}}$$



Открытая региональная
межвузовская олимпиада

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

I = (U - U₀) · R_{омк}

Нам известно то, что по провор соединяющий
резистор 1-2 ток не течет