

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
58	27.03.25	А.С.Сидорова	Сидорова
Шифр			043539

1/2/3/4/5/6
18/10/20/8/2/58

N1

Решение

Дано:
 t, a
 $\alpha = 120^\circ$

1) $\vec{S} = \frac{\vec{a} t^2}{2}$, где a - ускорение, t - время движения
 S - перемещение. Если есть нач. скорость, то $\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$, ✓

2) Для нахождения расстояния от первоначальной точки введу оси X и Y . Y сонаправлена с начальным направлением ускорения, а X перпендикулярна ей (рис.1)

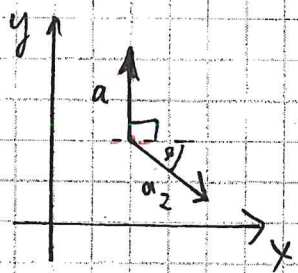


рис. 1

Космонавт, двигаясь с ускорением a из начального положения пройдет путь

$$S_{1y} = \frac{a t^2}{2}$$

$a_2 = a$ было направлено так, как показано

на рисунке 1, где $\beta = \alpha - 90^\circ = 120^\circ - 90^\circ = 30^\circ$. Тогда вдоль

Весь путь вдоль $OY \Rightarrow S_y = S_{1y} + S_{2y} = \frac{5}{4} a t^2$. Вдоль оси

OX космонавт движется только во второй промежуток времени

$$S_x = \frac{a \cdot \cos \beta t^2}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} a t^2$$

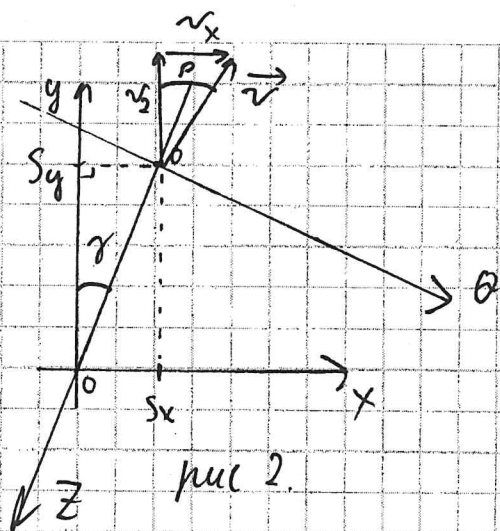
Расстояние от начального положения найдем по теореме Пифагора: $S^2 = S_y^2 + S_x^2 =$

$$= \frac{25}{16} a^2 t^4 + \frac{3}{16} a^2 t^4 = \frac{28}{16} a^2 t^4 \Rightarrow S = a t^2 \frac{\sqrt{28}}{4} = \frac{\sqrt{7}}{5} a t^2 \approx 19^\circ \Rightarrow \gamma \approx 19^\circ$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

043539



Также найдем угол наклона к оси x вектора скорости $\vec{v}$:

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{v_y}{v_x} = \frac{at - a \sin \beta t}{a \cos \beta t} = \frac{\frac{1}{2} at}{\frac{\sqrt{3}}{2} at} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \rho = 30^\circ$. Тогда к оси z угол наклона $\eta = \rho - \gamma \approx 17^\circ$

Теперь можно составить условия,

при которых космонавт с ускорением A вернется в исходную точку через время t .

$$OO: h = v \cdot \sin \eta t - \frac{A \cdot \sin k t^2}{2} = 0 \Leftrightarrow v \cdot \sin \eta t = \frac{A \cdot \sin k t^2}{2}$$

$$OZ: S = -v \cdot \cos \eta t + \frac{A \cdot \cos k t^2}{2} = 0 \Leftrightarrow at \frac{\sqrt{28}}{4} = \frac{A \cdot \cos k t}{2} - v \cdot \cos \eta$$

$$U_3 \text{ первого: } A = \frac{2 \cdot v \cdot \sin \eta}{\sin k t} \Rightarrow at \frac{\sqrt{28}}{4} = v \cdot \sin \eta \cdot \operatorname{ctg} k t - v \cdot \cos \eta$$

$$\Leftrightarrow \operatorname{ctg} k = \frac{at \cdot \sqrt{28} + 4v \cdot \cos \eta}{4v \cdot \sin \eta \cdot t}, \text{ где } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{a^2 \cos^2 \beta t^2 + v_y^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v = \sqrt{a^2 \cos^2 \beta t^2 + (at - a \sin \beta t)^2} = \sqrt{\frac{3}{16} a^2 t^2 + 0,25 a^2 t^2} = \sqrt{0,4375} at$$

К2

Дано
 m, l, k

Решение

1) 1. Сумма моментов сил равна 0, т.е.

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n = 0, \quad M = l \cdot F, \quad l - \text{плечо силы, перпендикуляр}$$

из оси вращения к линии действия силы. Моменты сил могут быть разных знаков в зависимости от направления относительно вращения, т.е. Если сила заставляет объект вращаться по часовой стрелке,

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

то её момент силы по направлению с моментом силы, заставляющей вращаться в противоположном направлении (т.е. против часовой), будет противоположного знака.

2. Векторная сумма сил, действующих на тело, равна 0



Найдём F_y по 1. условию равновесия:

$$\frac{l}{2} mg + l mg = l F_y \Leftrightarrow F_y = \frac{3}{2} mg \Leftrightarrow k \Delta x = \frac{3}{2} mg \Leftrightarrow \Delta x = \frac{3mg}{2k}$$

✓ 4+4+2=105

3) В момент отрыва пружины сила упругости F_y перестаёт действовать. Скорости грузов $v_2 = 0$, тогда центростремительное ускорение $a_y = 0$, значит ускорение точек по II з.к. $a = \frac{F}{m} = \frac{mg}{m} = g = a_1 = a_2$ ✓

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

№ 3

Дано:

$$V_1 = 1 \text{ м}^3$$

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 = 2 \text{ м}^3$$

Решение

1) Молярная теплоёмкость $C_M = \frac{Q}{J \Delta T}$, где ✓

$Q_{[Дж]}$ — количество теплоты, $J_{[моль]}$ — молярная масса вещества, $\Delta T_{[К]}$ — изменение температуры

2) $\Delta U = \frac{i}{2} J R \Delta T$ ✓, $i = 5$ т.к. газ двухатомный,

$\Delta T = T_2 - T_1$ ✓, из уравнения Менделеева-Клапейрона:

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

$$PV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{PV}{\nu R} \Rightarrow \Delta T = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\nu R}$$

По условию $PV^2 = \text{const}$, значит $P_1 V_1^2 = P_2 V_2^2 \Rightarrow P_2 = P_1 \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{1}{4} P_1$; $\Rightarrow \Delta T = \frac{\frac{P_1 V_1}{2} - P_1 V_1}{\nu R} = -\frac{P_1 V_1}{2 \nu R} \Rightarrow \Delta U = \frac{5}{2} \cdot \left(-\frac{P_1 V_1}{2}\right) =$

$= -125 \text{ кДж}$, знак „-“ означает, что температура уменьшается

2) $PV^2 = \text{const} \Rightarrow$ процесс политропический, а значит $C_n = \frac{\nu C_V - C_P}{n-1}$, где $n=2$ — показатель политроты, а

C_V — молярная теплоемкость в изохорном процессе, C_P — молярная теплоемкость в изобарном процессе, $C_V = \frac{i}{2} R$; $C_P = \frac{i+2}{2} R \Rightarrow$

$$\Rightarrow C_n = \frac{iR - \frac{i+2}{2} R}{2-1} = R \left(i - \frac{i+2}{2}\right) = \frac{i-2}{2} R \approx 12,465 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$C_n = \frac{Q}{\nu \Delta T} \Rightarrow Q = C_n \cdot \nu \cdot \Delta T$$

Первое начало термодинамики: $Q = \Delta U + A \Rightarrow C_n \cdot \nu \cdot \Delta T = \Delta U + A \Rightarrow$

$$\Rightarrow A = C_n \cdot \nu \cdot \Delta T - \Delta U = -C_n \cdot \frac{P_1 V_1}{2R} - \Delta U = -\frac{(i-2) P_1 V_1}{4} - \Delta U =$$

$= -45000 + 125000 = 50 \text{ кДж}$

$$Q = \Delta U + A = -45 \text{ кДж}$$

Ответ: $\Delta U = -125 \text{ кДж}$; $A = 50 \text{ кДж}$; $Q = 45 \text{ кДж}$; $C_n = 12,465 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot ^\circ\text{C}}$

и 5

Теперь

1) Закон Джоуля-Ленца: $Q = I^2 R t$, Q — кол-во теплоты, I — сила тока, U — напряжение, t — время, за которое

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

в проводнике протекает ток.

н 4

$$\eta = \frac{P_H}{P_0} = \frac{\frac{A}{t} + P}{P_0} = \frac{\frac{A}{t} + d(T - T_{0кр})}{P_0} \quad 4$$

Найдем зависимость $\eta(T)$ из графика

$$\eta_1 = T_1 \cdot k + B$$

$$\eta_2 = T_2 \cdot k + B, \quad \eta_2 = 0 \Rightarrow B = -T_2 \cdot k, \quad T_2 = 60^\circ \Rightarrow B = -60 \cdot k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta_1 = T_1 \cdot k + (-60k); \quad \eta_1 = 0,2, \quad T_1 = 20 \Rightarrow 0,2 = 20k - 60k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,2 = -40k \Leftrightarrow k = 0,005 \Rightarrow B = 0,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta(T) = -0,005T + 0,3 \quad 4$$