

1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 8
13 / 10 / 4 / 12 / 2 / 41

Шифр

04-000

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
41	14.03.25	Александр СВ	СВ

Задача 1

1) $S = \frac{\bar{a}t^2}{2} + \bar{V}_0 t + S_0$, где $\bar{a}$ — ускорение тела,
 t — время движения, $\bar{V}_0$ — начальная скорость,
 S_0 — начальный пройденный путь.

2) Разложим траекторию движения на составляющие по осям X и Y :

О.Х: по разбору:
 $S_y = 0$; $S_x = \frac{at^2}{2}$
 скорость в момент разворота:
 $V_{x1} = V_{y1} = 0$; $V_{x2} = at$

после разворота:
 $S_{x2} = \frac{axt^2}{2} + V_{0x}t + S_0 = \frac{a \cdot \cos 120^\circ \cdot t^2}{2} + at \cdot t + \frac{at^2}{2} = -\frac{at^2}{4} + at^2 + \frac{at^2}{2} = \frac{5}{4}at^2$

О.У: по разбору:
 $S_{y1} = 0$; $V_{y1} = 0$
 после разворота:
 $S_{y2} = \frac{ayt^2}{2} = \frac{a \cdot \sin 120^\circ \cdot t^2}{2} = \frac{at^2 \sqrt{3}}{4}$

СКО м. движения: $S = \sqrt{S_{x2}^2 + S_{y2}^2} = \sqrt{\left(\frac{5}{4}at^2\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4}at^2\right)^2} = \sqrt{\frac{28a^2t^4}{16}} = \frac{at^2 \sqrt{7}}{2}$

Ответ: $S = \frac{at^2 \sqrt{7}}{2}$

3) В момент $2t$:

О.Х: $S_x = \frac{5}{4}at^2$; $V_x = V_{x1} + V_{x2} = at + at + at = 3at - \frac{at}{2} = 1,5at$

О.У: $S_y = \frac{at^2 \sqrt{3}}{4}$; $V_y = ay \cdot t = a \cdot \sin 120^\circ \cdot t = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot t = \frac{at\sqrt{3}}{2}$

Найти проекции ускорения A по осям:

$$A_x: S_x = \frac{A_x t^2}{2} + V_0 t; \quad S_x = -\frac{5}{4} a t^2 \text{ (знак минус, т.к. движение против оси X)}$$

$$-\frac{5}{4} a t^2 = \frac{A_x t^2}{2} + V_0 t$$

$$-\frac{5}{4} a t = \frac{A_x t}{2} + 15 a t^2$$

$$-\frac{11}{4} a t = \frac{A_x t}{2}$$

$$A_x = -\frac{11}{2} a$$

35

$$A_y: S_y = \frac{A_y t^2}{2} + V_0 t; \quad S_y = -\frac{a t^2 \sqrt{3}}{4}, \text{ т.к. движение против оси Y.}$$

$$-\frac{a t^2 \sqrt{3}}{4} = \frac{A_y t^2}{2} + \frac{a t^2 \sqrt{3}}{4}$$

$$-\frac{a t^2 \sqrt{3}}{2} = \frac{A_y t^2}{2}$$

$$A_y = -a \sqrt{3}$$

$$\text{По теореме Пифагора, } A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{\left(-\frac{11}{2} a\right)^2 + \left(-a \sqrt{3}\right)^2} = \sqrt{\frac{121}{4} a^2 + 3 a^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{133}{4} a^2} = \frac{a \sqrt{133}}{2}$$

$$\text{Ответ: } A = \frac{a \sqrt{133}}{2}$$

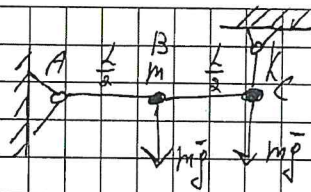
Задача 2

1) Условия равновесия тел:

I. $M_{\text{по}} = M_{\text{против}}$, где $M_{\text{по}}$ и $M_{\text{против}}$ — моменты сил по и против часовой стрелки соотв. — по. 25

II. $\sum \vec{F} = 0$, $\vec{F}_0 = 0$, где $\vec{F}_0$ — результирующая сила, действующая на тело (сумма векторов всех действующих сил).

2) $k = \frac{F_H}{\Delta x}$, где Δx — удлинение
пружина.



Система находится в равновесии, значит, ~~относительно~~
рассмотрим точку C (— конец, закреплённый, ~~к стене~~ ~~пружина~~):

$$M_{по} = M_{против}$$

$$\frac{mgL}{2} + mgL = F_H \cdot L, \text{ где } F_H \text{ — сила натяжения пружины.}$$

$$\frac{3}{2} mgL = F_H L$$

$$F_H = \frac{3}{2} mg$$

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

Ответ: $\frac{3mg}{2k}$

3) $a_2 = \frac{F_H}{m} = \frac{3}{2} g$

$$a_1 = \frac{3}{4} g$$

Ответ: $\frac{3}{4} g$; $\frac{3}{2} g$.

Задача 3

1) Молярная теплоёмкость газа — отношение теплоёмкости газа к количеству (теплоёмкость одного моля газа)

2) $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$ X

Это удобно $PV^\gamma = \text{const} \Rightarrow P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1^\gamma}{V_2^\gamma} = \frac{10^5 \cdot 1}{2^2} =$
 $= 25000 \text{ Па.}$ 2

Ответ: $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} (25000 - 100000) \cdot (2 - 1) = -75000 \text{ Дж} = -75 \text{ кДж}$
 $\Delta U = -75 \text{ кДж}$ X

3)

$$\left. \begin{aligned} \cancel{A \neq PV} \\ \cancel{VR_4 T \neq PV} \\ \cancel{\Delta U = \frac{5}{2} V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} A = PV \\ \Delta U = \frac{5}{2} VRT \\ PV = VRT \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} VRT = \frac{5}{2} A$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} A$$

$$A = \frac{2}{5} \Delta U$$

$$= \frac{2}{5} \cdot (-75) \text{ кДж} = -30 \text{ кДж}$$

Ответ: -30 кДж

4)

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q = -30 \text{ кДж} - 75 \text{ кДж} = -105 \text{ кДж}$$

Ответ: -105 кДж

Задача 4

1. По графику определим зависимость η от T :

$$\eta = -\frac{T}{300} + 0,2 \quad \text{при } T \in [20; 60]$$

Мощность передачи тепла в окр. среду: $P = P_0 \cdot (1 - \eta)$, но она также равна $P = \alpha(T - T_{\text{окр}})$, значит,

$$P_0 \cdot (1 - \eta) = \alpha(T - T_{\text{окр}})$$

$$1400 \cdot \left(1 + \frac{T}{300} - 0,2\right) = 42(T - 20)$$

$$1400 \left(\frac{T}{300} + 0,8\right) = 42(T - 20) \Rightarrow \frac{14}{3}T + 1120 = 42T - 840 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{112}{3}T = 1960 \Rightarrow T = \frac{105}{2} - \text{рабочая температура двигателя.}$$

Подставим полученное значение в формулу зависимости η от T :

$$\eta = -\frac{105}{600} + 0,2 = \frac{1}{40} = 2,5 \cdot 10^{-2}$$

$$N_{\text{пол}} = P_0 \cdot \eta = 1400 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} = 35 \text{ Вт}$$

Ответ: 35 Вт

Задача 5

1) Закон Джоуля-Ленца: $Q = I^2 R \Delta t$, где Q — теплота, выделяемая на проводнике сопротивлением R за время Δt при силе тока, проходящего через проводник. I, A 25

2) —

3) $\eta \sim \frac{1}{L}$