

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
55	14.03.25	Александр (В)	Сидор
Шифр			

1/2/3/4/5/Σ
13/8/9/20/5/55

Задача 1.

1) Запишем уравнение

$$x_0 = 0$$

$$v_0 = 0$$

a - постоянное ускорение

t - время

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$

Координаты после первого интервала времени t :

$$x_1 = \frac{a t^2}{2}$$

скорость после первого интервала:

$$v_1 = a t$$

После поворота на 120° ускорение остается таким же, но изменяет направление.

$a_1 = (a; 0)$ вдоль оси x .

После поворота:

$$a_2 = a(\cos 120^\circ, \sin 120^\circ) = a\left(-\frac{1}{2}; \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$x_2 = x_1 + v_1 t + \frac{a_2 t^2}{2}$$

скорость в конце второго этапа:

$$v_2 = v_1 + a_2 t$$

2) 1.2.

$$x_2 = \frac{1}{2} a t^2 (1; 0) + a t (t; 0) + \frac{1}{2} a t^2 \left(-\frac{1}{2}; \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$x_2 = \left(\frac{1}{2} a t^2 + a t^2 - \frac{1}{4} a t^2; \frac{\sqrt{3}}{4} a t^2\right)$$

$$x_2 = \left(\frac{5}{4} a t^2, \frac{\sqrt{3}}{4} a t^2\right)$$

$$S = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{5}{4} a t^2\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4} a t^2\right)^2} = \sqrt{\frac{25}{16} a^2 t^4 + \frac{3}{16} a^2 t^4}$$

$$S = \sqrt{\frac{28}{16} a^2 t^4} = \sqrt{\frac{7}{4} a^2 t^4} = \frac{\sqrt{7}}{2} a t^2$$

1.3.

$$x_3 = x_2 + v_2 t + \frac{A t^2}{2} = 0$$

$$v_2 = \left(a t - \frac{1}{2} a t, \frac{\sqrt{3}}{2} a t\right) = \left(\frac{a t}{2}; \frac{\sqrt{3}}{2} a t\right) \Rightarrow \frac{5}{4} a t^2 + \frac{a t^2}{2} + \frac{A t^2}{2} = 0 \Rightarrow A = -\frac{7}{2} a$$

Для оси y :

$$\frac{\sqrt{3}}{4} a t^2 + \frac{\sqrt{3}}{2} a t^2 + \frac{A_y t^2}{2} = 0 \Rightarrow \frac{5\sqrt{3}}{4} a t^2 + \frac{A_y t^2}{2} = 0 \Rightarrow A_y = -\frac{5\sqrt{3}}{2} a$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

Модуль ускорения:

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} =$$

$$= \sqrt{\left(-\frac{7}{2}a\right)^2 + \left(-\frac{5\sqrt{3}}{2}a\right)^2}$$

$$A = \sqrt{\frac{49a^2}{4} + \frac{75a^2}{4}} \Rightarrow \sqrt{\frac{124a^2}{4}} = \frac{2\sqrt{31}}{2}a = \sqrt{31}a$$

0 + B E T:

$$1) x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$1.2) S = \frac{\sqrt{3}}{2}at^2$$

$$1.3) A = a\sqrt{31}$$

Задача 2 (!)

Условие равновесия: $\sum F_y = 0$

Сила упругости: $F = kx$

Условие равновесия моментов: $\sum M_0 = 0$

В середине: $M_1 = mg \cdot \frac{L}{2}$

На конце: $M_2 = mg \cdot L$

Пружина: $M = kx \cdot L$

$$mg \cdot \frac{L}{2} + mg \cdot L - kx \cdot L = 0$$

2) Из п. 1.2 из уравнения моментов:

$$mg \cdot \frac{L}{2} + mg \cdot L = kx \cdot L$$

$$0x = \frac{3mg}{2k}$$

3) Из п. 1.3.

Центральный груз:

$$m \text{ точка } \frac{L}{2} = a_1 = g$$

$$\text{крайний груз: } a_2 = g$$

0 + B E T:

$$1) \sum F_y = 0$$

$$2) 0x = \frac{3mg}{2k}$$

$$3) a_1 = g \quad a_2 = g$$

Задача 1.3 (!)

Маятниковая тепловыработка это количество теплоты, необ-
ходимой для нагревания 1 моля газа на 1 К. 25

$$v = \text{const} \Rightarrow C_v = \frac{5}{2}k$$

$$p = \text{const} \Rightarrow C_p = \frac{7}{2}k$$

||

$$C_p = \frac{7}{2}k$$

$$k = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

3.2) $\Delta U = \nu C_V \Delta T$

Для двухатомного газа: $\Delta U = \frac{5\nu R \Delta T}{2}$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

или $P V^2 = \text{const}$ $P_2 = ?$

$$P_1 V_1^2 = P_2 V_2^2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1^2}{V_2^2} = 10^5 \cdot \frac{1}{2} = 2.5 \cdot 10^4 \text{ Дк.}$$

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R}, \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu R} \Rightarrow T_2 - T_1 = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\nu R}$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \quad 2-2-1$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \left(\frac{2.5 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{1} - 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-5} \right)$$

$$\Delta U = -\frac{2.5 \cdot 10^4}{2} = -1.25 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

3.3) $H = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1-\gamma}$

$$H = \frac{(2.5 \cdot 10^4) \cdot 2 - (10^5) \cdot 1}{1-2}$$

$$P_1 V_1^2 = P_2 V_2^2$$

$$H = \frac{5 \cdot 10^4 - 10^5}{-1} = 5 \cdot 10^4 \text{ Дж. } 35$$

$$10^5 \cdot 1 = P_2^2 = 2^2$$

$$P_2 = \frac{10^5}{2} = 2.5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

4) $Q = \Delta U + A$

$$\Delta U = H = 5 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

$$Q = 5 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^4 = 10^5 \text{ Дж. } X$$

отв: ОТВЕТ:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$C = C_V = \frac{R}{\gamma-1} \quad C_V = \frac{5}{2} R \quad C_P = \frac{7}{2} R$$

$$C = \frac{5}{2} R + R = \frac{7}{2} R$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

Задача 4. (1)

$$P_0 = 1400 \text{ Вт}$$

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

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

1) $\eta = K(T - T_{\text{окр}})$
используем две точки:
($T = 20^\circ \text{C}$, $\eta = 0.2$)
($T = 60^\circ \text{C}$, $\eta = 0$)

$$K = \frac{0 - 0.2}{60 - 20} = \frac{-0.2}{40} = -0.005$$

$$\eta = -0.005(T - 20) + 0.2$$

$$\eta = 0.2 - 0.005(T - 20)$$

4) $P_{\text{полез}} = \eta P_0$
 $P_{\text{полез}} = (0.2 - 0.005(52 - 20)) \cdot 1400$
 $P_{\text{полез}} = (0.2 - 0.16) \cdot 1400$
 $P_{\text{полез}} = 56 \text{ Вт}$

2) $P_{\text{теплос}} = P_0 - P_{\text{полез}}$

$$P_{\text{теплос}} = \alpha(T - T_{\text{окр}})$$

$$P_{\text{теплос}} = P_0(1 - \eta)$$

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

$$42(T - 20) = 1400(1 - (0.2 - 0.005(T - 20)))$$

3) Решим уравнение:

$$42(T - 20) = 1400(1 - 0.2 + 0.005(T - 20))$$

$$42T - 840 = 1400(0.8 + 0.005T)$$

$$42T - 840 = 920 + 7T$$

$$35T = 1820$$

$$T = \frac{1820}{35} = 52^\circ \text{C}$$

ОТВЕТ: ТЕМПЕРАТУРА двигателя $T = 52^\circ \text{C}$

Полезная мощность $P_{\text{полез}} = 56 \text{ Вт}$

ЗАДАНИЕ N 5 (1)

1) Закон Джоуля-Ленца $Q = I^2 R T$ Q - количество теплоты, Дж
 I - сила тока
 T - время протекания

2) $U_{\text{двиг}} = U_0$

$$U_{\text{двиг}} = U \frac{l}{l_{\text{max}}}$$

$$U_0 = U \frac{l_{\text{отк}}}{l_{\text{max}}} \Rightarrow l_{\text{отк}} = l_{\text{max}} \frac{U_0}{U}$$

3) $\eta = \frac{P_{\text{двиг}}}{P_{\text{общ}}}$ $P_{\text{двиг}} = I U_{\text{двиг}}$ $P_{\text{общ}} = I U \Rightarrow U_{\text{двиг}} = U \frac{l}{l_{\text{max}}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \eta = \frac{I U \frac{l}{l_{\text{max}}}}{I U} = \frac{l}{l_{\text{max}}} \Rightarrow \eta(l) = \frac{l}{l_{\text{max}}}$$

при $l = 0 \text{ кНд}$ равен 0 при $l = l_{\text{max}}$ $\text{кНд} = 100\%$

ОТВЕТ: 1) ЗАКОН Джоуля-Ленца $Q = I^2 R T$

2) $l_{\text{отк}} = l_{\text{max}} \frac{U_0}{U} = \text{двиг}$ открывается 3) кНд открыт