



1059 70

1	2	3	4	5	Σ
4	4	4	0	2	14

заполняется жюри!

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ
2019–2020**

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

8-9 класс

Город, в котором проводится Олимпиада

Gumm-Bemerkung

Дата 01 марта 2020

Вариант £

ЗАДАЧА № 1

За какое время можно вскипятить 1 л воды, начальная температура которой 20°С, в электрическом чайнике мощностью 1 кВт и КПД 98%, а также на газовой конфорке мощностью 1,2 кВт и КПД 75%? При каком тарифе на электроэнергию (цена 1кВт·ч) стоимость обоих способов будет одинакова, если 1 м³ природного газа стоит 9 руб.? Плотность природного газа 0,7 кг/м³, его теплотворная способность 44 МДж/кг, удельная теплоемкость воды 4200 Дж/ кг·°С .

ЗАДАЧА № 2

Определите КПД охотничьего карабина, если на один выстрел расходуется 2,5 г пороха. При этом дробь, общая масса которой 35 г, вылетает с начальной скоростью 400 м/с. Удельная теплота сгорания пороха составляет 3,8 МДж/кг.

ЗАДАЧА № 3

Почему для измерения атмосферного давления была выбрана именно ртуть? (Вспомните опыт Торричелли.) Получите формулу зависимости высоты столбика от атмосферного давления. Определите атмосферное давление в кПа, если высота столбика ртути составляет 740 мм. Почему при равных значениях атмосферного давления высота столбика ртути в различных точках земного шара может быть различной?

Справочные данные: 1 атмосфера = 101325 Па, плотность ртути 13595 кг/м³, ускорение свободного падения 9,807 м/с².

~~$$Z_{\text{ex}} = \frac{c_b \cdot m_b \cdot \Delta T \cdot 100}{K_{\text{ex}} \cdot N_{\text{ex}}}$$

$$p_v = 0,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\lambda_v = 44 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$c_b = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$~~

$$Z_{\text{ex}} = \frac{c_b \cdot m_b \cdot \Delta T \cdot 100}{K_{\text{ex}} \cdot N_{\text{ex}}}$$

$$t_{\text{ex}} = \frac{4200 \cdot 80}{0,45 \cdot 1200} \approx 373,33^\circ\text{C}$$

$$\int - \text{Grenzumschalt}$$

$$Z_{\text{ex}} = \int v$$

$$\int \lambda_v = \int c_b \cdot Z_{\text{ex}}$$

$$\int v = \int \lambda_v \cdot Z_{\text{ex}}$$

$$Z_{\text{ex}} = \frac{Z_{\text{v}} \cdot c_b \cdot m_b \cdot \Delta T}{K_{\text{ex}} \cdot p_v}$$

$$Z_{\text{ex}} = \frac{Z_{\text{v}} \cdot K_{\text{ex}} \cdot m_b}{K_{\text{ex}} \cdot \lambda_v \cdot p_v} \cdot \left(\frac{m_b}{\lambda_v} \right)$$

$$Z_{\text{ex}} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot Z_{\text{v}} \cdot K_{\text{ex}}}{K_{\text{ex}} \cdot \lambda_v \cdot p_v} \cdot \left(\frac{m_b}{\lambda_v} \right)$$

$$Z_{\text{ex}} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot 98 \cdot 10^5}{45 \cdot 44 \cdot 7 \cdot 10^5} \approx 6,84 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Drehmoment } t_{\text{ex}} = 373,33^\circ\text{C}; t_{\text{v}} = 372,86^\circ\text{C}$$

$$Z_{\text{ex}} = 6,84 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



ЗАДАЧА № 4

Предложите способ определения количественного содержания металлов в сплаве, содержащем алюминий, магний и цинк. Составьте программу расчета на компьютере массовой доли металлов в сплаве по результатам предложенного вами анализа.

ЗАДАЧА № 5

Маша измеряла термометром температуру воздуха на улице в начале каждого часа, после чего вычитывала среднюю температуру за несколько часов. За первые 6 часов измерения средняя температура оказалась равной -0.3°C , а за первые 12 часов измерения — 0°C . Что показывал термометр во время первого измерения, если изменение температуры за час было всегда одинаковым? Составьте программу расчета на компьютере средней температуры за любое заданное количество часов.

2) Даны: $m_{\text{в}} = 25 \text{ г} = 0.025 \text{ кг}$ $m_{\text{г}} = 35 \text{ г} = 0.035 \text{ кг}$ $V_{\text{г}} = 100 \text{ мл}$ $\lambda_{\text{м}} = 38 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$	Решение: $K\% = \frac{A_{\text{м.}}}{A_{\text{г.}}} \cdot 100\%$ $A_{\text{м.}} = \frac{m_{\text{г}} V_{\text{г}}}{2}$ $K\% = \frac{m_{\text{г}} V_{\text{г}}}{2 \cdot \lambda_{\text{м}} m_{\text{в}}} \cdot 100\%$ $K\% = \frac{0.035 \cdot 100}{2 \cdot 38 \cdot 10^6 \cdot 0.025} = \frac{35 \cdot 100 \cdot 10}{2 \cdot 38 \cdot 250} \approx 29\%$ Ответ: $K\% = 29\%$
--	--

3) Для измерения атмосферного давления была взята трубка длиной 1 м, закрытая с одного конца. В нее налили воду. Вода поднялась на высоту h . Найти атмосферное давление.

$$P = \rho g h \Rightarrow h = \frac{P_{\text{атм}}}{\rho \cdot g} \approx \frac{P_{\text{атм}}}{13025.165} \text{ (м)}$$

$$h \approx 710 \text{ мм}$$

$$P \approx 131 \cdot 981 \text{ Па}$$

Для работы датчика давления необходимо подать напряжение. Для этого можно использовать аккумуляторную батарею. Для измерения напряжения можно использовать вольтметр.

5) Для измерения температуры воздуха в помещении можно использовать датчик температуры. Для этого можно использовать датчик температуры. Для измерения температуры воздуха в помещении можно использовать датчик температуры.

$$\frac{S_6}{6} \approx -0.3 \quad S_6 = \frac{20.1 + 5t}{2}$$

$$S_6 = -1.8 \quad \frac{20.1 + 5t}{2} = -1.8 \quad 20.1 + 5t = -3.6$$

$$\frac{S_{12}}{12} \approx 0 \quad S_{12} = \frac{20.1 + 11t}{2} \quad 20.1 + 11t = 0$$

$$\begin{cases} 20.1 + 11t = 0 \\ 20.1 + 5t = -3.6 \end{cases} \quad \begin{cases} t = -1.8 \\ t = -3.3 \end{cases}$$

Значит, для измерения температуры воздуха в помещении можно использовать датчик температуры.

Python:

$$a = -3.3$$

$$t = 0.6$$

$$n = (20.1 - 60) \cdot 1000$$

$$n = 20.1 - 60 \cdot 1000$$

$$b = 2 \cdot a + (n-1) \cdot t$$

$$b = 2 \cdot a + n/2$$

$$\text{Print}(b)$$

1) Даны: $t_{\text{в}} = 1000 \text{ г}$
 $t_{\text{г}} = 200 \text{ г}$
 $t_{\text{ж}} = 100^{\circ}\text{C}$
 $N_{\text{ж}} = 1000 \text{ Дж/кг}$
 $K_{\text{ж}} = 100\%$
 $N_{\text{ж}} = 1200 \text{ Дж/кг}$
 $K_{\text{ж}} = 45\%$
 $N_{\text{ж}} = 1000 \text{ Дж/кг}$
 $K_{\text{ж}} = 100\%$

$$\text{Решение: } K\% = \frac{A_{\text{ж.}}}{A_{\text{г.}}} \cdot 100\%$$

$$K_{\text{ж.}} = \frac{E_{\text{ж.}}}{E_{\text{г.}}} \quad K\%_{\text{ж.}} = \frac{E_{\text{ж.}}}{E_{\text{г.}}} \cdot 100\%$$

$$E_{\text{ж.}} = c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} \Delta t$$

$$E_{\text{г.}} = N_{\text{ж}} \cdot t_{\text{ж.}}$$

$$E_{\text{ж.}} = N_{\text{ж.}} \cdot t_{\text{ж.}}$$

$$t_{\text{ж.}} = \frac{K\%_{\text{ж.}} \cdot c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} \Delta t}{N_{\text{ж.}}}$$

$$t_{\text{ж.}} = \frac{1200 \cdot 80}{0.98 \cdot 1000} \approx 97.8^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{ж.}} = t_{\text{ж.}} - t_{\text{ж.}}$$

$$m_{\text{ж.}} = 1 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ж.}} = 1 \text{ кг}$$