

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело»  
специализации  
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет «физика»), весна 2021 г**

**8 класс**

**Вариант 7**

**1. (14 баллов).** Два резистора, сопротивления которых отличаются в 2 раза, соединив параллельно, подключают к источнику электрической энергии с постоянным напряжением. При этом в цепи выделяется мощность 9 Вт. Какова будет мощность тока при подключении к источнику электрической энергии соединенных последовательно двух резисторов, каждый из которых имеет сопротивление в 2 раза большее, чем имеет резистор с бóльшим сопротивлением в первом опыте? Во втором опыте напряжение источника в 2 раза больше, чем в первом.

**2. (9 баллов).** Колбу с водой нагревают сначала с помощью бензиновой горелки, затем с помощью спиртовки (горелки, использующей в качестве топлива спирт). Масса воды в колбе 100 г, изменение температуры воды в процессе нагрева 50 °С. Известно, что масса сгоревшего спирта в 2 раза больше, чем масса сгоревшего бензина. Определите массу сгоревшего бензина. Считайте, что все количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива, пошло только на нагрев воды. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплота сгорания спирта 27 МДж/кг, удельная теплота сгорания бензина 46 МДж/кг.

**3. (9 баллов).** Сосуд доверху заполнен жидкостью плотностью 0,8 г/см<sup>3</sup>. В сосуд положили камешек массой 65 г, в результате чего часть жидкости вытекла, а масса сосуда с оставшейся жидкостью и камешком увеличилась на 45 г. Определите плотность материала камешка.

**4. (9 баллов).** Свинцовую деталь нагрели от температуры  $t = 27$  °С до температуры плавления  $t_{пл} = 327$  °С, а затем расплавили. В процессе плавления ее внутренняя энергия изменилась на  $\Delta U = 48,6$  кДж. Определите количество теплоты, которое было затрачено на нагревание детали. Удельная теплоемкость свинца  $c = 140$  Дж/(кг·°С), удельная теплота его плавления  $\lambda = 24,3$  кДж/кг. Изменением объема во всех процессах пренебречь.

**5. (9 баллов).** В сосуде смешали две жидкости. Масса первой жидкости равна  $m_1 = 18$  г, а ее плотность  $\rho_1 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Масса второй жидкости  $m_2 = 35$  г, ее плотность  $\rho_2 = 800$  кг/м<sup>3</sup>. Жидкости смешиваются так, что объем получившейся смеси на  $\alpha = 3,4$  % меньше объема второй жидкости (до смешивания). Определите плотность получившейся смеси.

**8 класс**  
**вариант 7**

**1. (14 баллов).** Два резистора, сопротивления которых отличаются в 2 раза, соединив параллельно, подключают к источнику электрической энергии с постоянным напряжением. При этом в цепи выделяется мощность 9 Вт. Какова будет мощность тока при подключении к источнику электрической энергии соединенных последовательно двух резисторов, каждый из которых имеет сопротивление в 2 раза большее, чем имеет резистор с бóльшим сопротивлением в первом опыте? Во втором опыте напряжение источника в 2 раза больше, чем в первом.

**Возможное решение.**

Примем, что меньшее сопротивление в первом опыте равно  $R$ . Тогда большее сопротивление будет равно  $2R$ .

При параллельном соединении резисторов мощность, выделяющаяся на них, равна

$$P_1 = \frac{3U^2}{2R}.$$

Во втором опыте резисторы будут иметь одинаковое сопротивление  $4R$ .

При последовательном соединении этих резисторов мощность, выделяющаяся на них, равна

$$P_2 = \frac{4U^2}{8R} = \frac{U^2}{2R}.$$

Заметим, что

$$\frac{U^2}{R} = \frac{2P_1}{3}.$$

Тогда

$$P_2 = \frac{P_1}{3} = 3 \text{ Вт}.$$

**Ответ:**  $P_2 = \frac{P_1}{3} = 3 \text{ Вт}.$

**Критерии оценивания**

<b>Выполнение</b>	<b>Балл</b>
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно	<b>0</b>
Рассчитаны сопротивления цепочек резисторов в обоих экспериментах	<b>4</b> (по <b>2</b> балла за каждое соединение)
Записаны выражения для мощностей при двух способах включения резисторов	<b>4</b> (по <b>2</b> балла за каждое выражение)
Записано выражение, связывающее мощность $P_1$ , напряжение источника и сопротивление меньшего резистора	<b>2</b>

Получен результат в общем виде	2
Задание выполнено полностью, получен результат в виде числа	2
<b>Всего баллов</b>	<b>14</b>

**2. (9 баллов).** Колбу с водой нагревают сначала с помощью бензиновой горелки, затем с помощью спиртовки (горелки, использующей в качестве топлива спирт). Масса воды в колбе 100 г, изменение температуры воды в процессе нагрева 50 °С. Известно, что масса сгоревшего спирта в 2 раза больше, чем масса сгоревшего бензина. Определите массу сгоревшего бензина. Считайте, что все количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива, пошло только на нагрев воды. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплота сгорания спирта 27 МДж/кг, удельная теплота сгорания бензина 46 МДж/кг.

**Возможное решение.**

Составим уравнение теплового баланса:

$$m_B c_B \Delta t = q_B m_B + q_C m_C .$$

Учитывая заданное в условии соотношение масс, получим:

$$m_B c_B \Delta t = q_B m_B + 2q_C m_B .$$

Решая это уравнение относительно  $m_B$ , получим

$$m_B = \frac{m_B c_B \Delta t}{q_B + 2q_C} = 210 \text{ мг} .$$

**Ответ:**  $m_B = \frac{m_B c_B \Delta t}{q_B + 2q_C} = 210 \text{ мг} .$

**Критерии оценивания**

Выполнение	Балл
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно	0
Записано уравнение теплового баланса	2
Записано уравнение теплового баланса с учетом отношения масс	3
Получен результат в общем виде	3
Задание выполнено полностью, получен результат в виде числа	1
<b>Всего баллов</b>	<b>9</b>

**3. (9 баллов).** Сосуд доверху заполнен жидкостью плотностью 0,8 г/см<sup>3</sup>. В сосуд положили камешек массой 65 г, в результате чего часть жидкости вытекла,

а масса сосуда с оставшейся жидкостью и камешком увеличилась на 45 г. Определите плотность материала камешка.

**Возможное решение.**

Объем вытекшей жидкости равен объему камешка. Значит,

$$\frac{\Delta m_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{m_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}}}.$$

Обозначим первоначальную массу жидкости как  $m_{\text{ж}}$ . Масса сосуда с оставшейся жидкостью и камешком равна

$$m_{\Sigma} = m_{\text{ж}} - \Delta m_{\text{ж}} + m_{\text{к}}.$$

Изменение массы сосуда с жидкостью после укладки камешка и вытекания жидкости равно

$$\Delta m = m_{\text{к}} - \Delta m_{\text{ж}}.$$

Получаем

$$\frac{m_{\text{к}} - \Delta m}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{m_{\text{к}}}{\rho_{\text{к}}},$$

$$\rho_{\text{к}} = \frac{\rho_{\text{ж}} m_{\text{к}}}{m_{\text{к}} - \Delta m} = 2600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

**Ответ:**  $\rho_{\text{к}} = \frac{\rho_{\text{ж}} m_{\text{к}}}{m_{\text{к}} - \Delta m} = 2600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$

**Критерии оценивания**

Выполнение	Балл
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно	<b>0</b>
Записано условие равенства объемов камешка и вытекшей жидкости	<b>2</b>
Записано выражение для конечной массы	<b>2</b>
Записано выражение для изменения массы	<b>2</b>
Получен результат в общем виде	<b>2</b>
Задание выполнено полностью, получен результат в виде числа	<b>1</b>
<b>Всего баллов</b>	<b>9</b>

**4. (9 баллов).** Свинцовую деталь нагрели от температуры  $t = 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$  до температуры плавления  $t_{\text{пл}} = 327 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , а затем расплавили. В процессе плавления ее внутренняя энергия изменилась на  $\Delta U = 48,6 \text{ кДж}$ . Определите количество теплоты, которое было затрачено на нагревание детали. Удельная теплоемкость

свинца  $c = 140 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ , удельная теплота его плавления  $\lambda = 24,3 \text{ кДж}/\text{кг}$ . Изменением объема во всех процессах пренебречь.

**Возможное решение.**

Изменение внутренней энергии при плавлении детали массой  $m$  учетом условия, что объем постоянен, равно количеству полученной теплоты:

$$\Delta U = \lambda m .$$

На нагревание детали требуется количество теплоты, равное

$$Q = cm(t_{\text{пл}} - t) = \frac{c}{\lambda} \Delta U(t_{\text{пл}} - t) = 84 \text{ кДж} .$$

**Ответ:**  $Q = cm(t_{\text{пл}} - t) = \frac{c}{\lambda} \Delta U(t_{\text{пл}} - t) = 84 \text{ кДж} .$

**Критерии оценивания**

Выполнение	Балл
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно	0
Записано выражение для изменения внутренней энергии при плавлении	3
Записано выражение количества теплоты при нагревании	2
Получен результат в общем виде	2
Задание выполнено полностью, получен результат в виде числа	2
<b>Всего баллов</b>	<b>9</b>

**5. (9 баллов).** В сосуде смешали две жидкости. Масса первой жидкости равна  $m_1 = 18 \text{ г}$ , а ее плотность  $\rho_1 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Масса второй жидкости  $m_2 = 35 \text{ г}$ , ее плотность  $\rho_2 = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Жидкости смешиваются так, что объем получившейся смеси на  $\alpha = 3,4 \%$  меньше объема второй жидкости (до смешивания). Определите плотность получившейся смеси.

**Возможное решение.**

Обозначим объем получившейся смеси как  $V$ . Этот объем равен

$$V = \frac{m_1}{\rho_1} + (1 - \alpha) \frac{m_2}{\rho_2} .$$

Масса смеси равна  $m_1 + m_2$ . Плотность смеси

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \alpha \frac{m_2}{\rho_2}} = \frac{(m_1 + m_2)\rho_1\rho_2}{m_1\rho_2 + (1 - \alpha)m_2\rho_1} \approx 879 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

**Ответ:**  $\rho = \frac{(m_1+m_2)\rho_1\rho_2}{m_1\rho_2+(1-\alpha)m_2\rho_1} \approx 879 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$

### Критерии оценивания

<b>Выполнение</b>	<b>Балл</b>
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно	<b>0</b>
Записано выражение для объема первой жидкости	<b>1</b>
Записано выражение для объема второй жидкости	<b>1</b>
Записано выражение для массы смеси	<b>2</b>
Записано выражение для объема смеси	<b>2</b>
Получен результат в общем виде	<b>2</b>
Задание выполнено полностью, получен результат в виде числа	<b>1</b>
<b>Всего баллов</b>	<b>9</b>