

**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/см³. 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/м³. Масса второй жидкости $m_2 = 35$ г, ее плотность $\rho_2 = 800$ кг/м³. 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

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

Получен результат в общем виде	2
Задание выполнено полностью, получен результат в виде числа	2
Всего баллов	14

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
Всего баллов	9

3. (9 баллов). Сосуд доверху заполнен жидкостью плотностью 0,8 г/см³. 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	0
Записано условие равенства объемов камешка и вытекшей жидкости	2
Записано выражение для конечной массы	2
Записано выражение для изменения массы	2
Получен результат в общем виде	2
Задание выполнено полностью, получен результат в виде числа	1
Всего баллов	9

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
Всего баллов	9

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

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