

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ 2024-2025
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ
8 КЛАСС

Условия, возможные решения, критерии оценки

1. «Закольцованный звук 8» (10 баллов) Металлическое кольцо сварено из двух кусков толстой проволоки, одинакового поперечного сечения $S = 1 \text{ см}^2$, но разной длины и из разных материалов (см. рисунок 1). Плотность первого материала $\rho_1 = 3 \text{ г/см}^3$, а второго – $\rho_2 = 7 \text{ г/см}^3$. Ударом по точке сварки 1 в кольцо возбуждаются звуковые волны, которые встречаются через $\Delta t = 0,0002 \text{ с}$ в точке сварки 2. Скорость звука в первом материале $v_1 = 4000 \text{ м/с}$, во втором $v_2 = 6000 \text{ м/с}$. Найдите массу кольца.

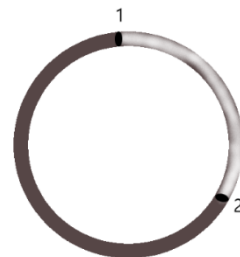


Рисунок 1

1. «Закольцованный звук 8» (10 баллов) Возможное решение

Масса кольца складывается из массы двух частей

$$m = m_1 + m_2. \quad (1)$$

Выражая массы через плотности и объемы, с учетом формулы для вычисления объема получим

$$m = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 = (\rho_1 l_1 + \rho_2 l_2) S. \quad (2)$$

Длины частей находим, зная скорость звука и время распространения волны в каждом материале (по условию волны возбуждаются и встречаются в точках сварки):

$$l_1 = v_1 \Delta t, \quad l_2 = v_2 \Delta t. \quad (3)$$

Подставляя длины (2) в (3), получаем $m = (\rho_1 v_1 + \rho_2 v_2) S \Delta t$.

Вычисления в системе СИ

$$m = (3000 \cdot 4000 + 7000 \cdot 6000) \cdot 0,0001 \cdot 0,0002 = 1,08 \text{ кг}.$$

Рекомендуемые критерии оценивания

Максимальна оценка за полное правильное решение всей задачи – 10 баллов. Решение не обязательно должно быть представлено в общем виде, допускается возможность промежуточных вычислений «по действиям».

При этом можно использовать следующую шкалу:

- полное правильное решение: соотношения, отражающие физические законы и закономерности (масса кольца как сумма масс частей (1), связь массы, плотности, объема (2), выражение длин через скорости и время (3) или эквивалентные им соотношения) записаны или учтены другим способом верно, произведены необходимые преобразования и вычисления, получен верный числовой ответ с наименованием единиц измерения – **10 баллов**;

- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, произведены необходимые преобразования и вычисления, получен ответ, но имеются арифметические ошибки в вычислениях (либо ответ получен в общем виде, вычисления не произведены) – **9 баллов**;

- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, есть попытка провести преобразования и получить ответ, но имеется ошибка в математических преобразованиях, приводящих к ответу – **8 баллов**;

- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, есть попытка провести преобразования и получить ответ, но имеется более одной ошибки в математических преобразованиях, приводящих к ответу – **7 баллов**;

- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, есть попытка провести преобразования и получить ответ, но преобразования не завершены – **6 баллов**;

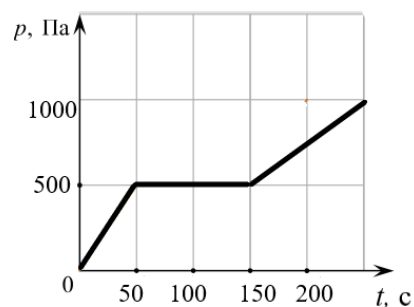
- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, но попытки провести преобразования и получить ответ отсутствуют – **5 баллов**;

- есть понимание физики явления, но в записанных соотношениях имеется физическая ошибка, поэтому из них невозможно найти правильное решение – **4 балла**;

- есть понимание физики явления в целом, но в записанных соотношениях имеется более одной физической ошибки – **3 балла**;

- имеются отдельные записи, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения – **1-2 балла**;
- нет попыток решения – **0 баллов**.

2.«Датчик на глубине 8» (10 баллов) Датчик манометра, который регистрирует гидростатическое давление (без учета атмосферного), погружают в сосуд с жидкостью. На рисунке 2 представлен график зависимости показаний датчика от времени. Известно, что средняя скорость погружения датчика за все время наблюдения, продолжавшегося $t = 250$ с, составила $v = 0,5$ мм/с. Найдите:



- 1) плотность жидкости в сосуде;
- 2) скорость датчика в моменты времени $t_1 = 100$ с и $t_2 = 200$ с после начала погружения.

Принять, что $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Рисунок 2

2.«Датчик на глубине 8» (10 баллов) Возможное решение

1. Зная среднюю скорость и время наблюдения найдем глубину погружения датчика:

$$h = vt. \quad (1)$$

По графику гидростатическое давление на той глубине $p = 1000 \text{ Па}$. Из формулы гидростатического давления $p = \rho gh$ находим плотность

$$\rho = \frac{p}{gh}. \quad (3)$$

Подставляем в (3) глубину из (1)

$$\rho = \frac{p}{gvt}. \quad (4)$$

Вычисления в системе СИ

$$\rho = \frac{1000}{10 \cdot 0,0005 \cdot 250} = 800 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right).$$

2. На промежутке от 50 до 150 давление не менялось, следовательно, датчик не погружался, его скорость в момент времени $t_1 = 100$ с.

$$v_1 = 0. \quad (5)$$

За промежуток времени от 150 до 250 с ($\Delta t = 100$ с) давление изменилось на $\Delta p = 500$ Па. Значит, путь, пройденный датчиком составил

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho g}. \quad (6)$$

Поскольку движение равномерное

$$v_2 = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\rho g \Delta t}. \quad (7)$$

Вычисления:

$$v_2 = \frac{500}{800 \cdot 10 \cdot 100} = 0,000625 (\text{м/с}) \text{ или } 0,625 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

Рекомендуемые критерии оценивания

Максимальна оценка за полное правильное решение всей задачи – 10 баллов, складывается из оценок за каждую из частей задачи. Решение не обязательно должно быть представлено в общем виде, допускается возможность промежуточных вычислений «по действиям».

1. За решение **первой части** задачи (определение плотности жидкости) **максимальная оценка составляет 5 баллов**. При этом можно использовать следующую шкалу:

- полное правильное решение: соотношения, отражающие физические законы и закономерности (в данном случае – выражение полной глубины погружения как пройденного пути через время и среднюю скорость (1), формула гидростатического давления (2) или эквивалентные им) записаны или использованы верно, правильно интерпретирована и использована информация, полученная из графика, произведены необходимые преобразования и вычисления, получены верные числовые ответы с наименованием единиц измерения – **5 баллов**;

- соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, правильно интерпретирована и использована информация, полученная из графика, произведены необходимые преобразования и вычисления, но имеются арифметические ошибки в вычислениях или они не доведены до конца – **4 балла**;
- соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, но информация из графика неверно интерпретирована и использована, либо не использована – **3 балла**;
- есть понимание физики явлений, но записаны не все соотношения, или в записанных соотношениях имеются физические ошибки – **2 балла**;
- имеются отдельные записи, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении) – **1 балл**;
- нет попыток решения – **0 баллов**.

2. За решение второй части задачи (определение скорости датчика в два момента времени) максимальная оценка составляет 5 баллов. При этом можно использовать следующую шкалу:

- полное правильное решение: соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны и использованы верно (в данном случае – выражение для пути через изменение давления (6), выражение скорости через путь и время (7) или эквивалентные им), правильно интерпретирована и использована информация, полученная из графика, произведены необходимые преобразования и вычисления, получен верный числовой ответ с наименованием единиц измерения для каждой скорости – **5 баллов**;
- соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, правильно интерпретирована и использована информация, полученная из каждого графика, произведены необходимые вычисления, получен ответ, но имеются арифметические ошибки в вычислениях – **4 балла**;
- найдена (вычислено или обосновано) значение скорости только для одного момента времени – **3 балла**;
- есть понимание физики явлений, но записаны не все соотношения, или в записанных соотношениях имеются физические ошибки – **2 балла**;
- имеются отдельные записи, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении) – **1 балл**;
- нет попыток решения – **0 баллов**.

3. «Ягодный морс 8» (10 баллов) Для приготовления напитка стеклянную банку емкостью 1,5 л, в которой находилось $m_{\text{я}} = 200$ г свежих ягод, достали из холодильника и залили 1 литром горячей воды из чайника. Температура в холодильнике $t_1 = 5^\circ\text{C}$, температура воды в чайнике $t_2 = 90^\circ\text{C}$. Через некоторое время напиток в банке охладился до температуры в помещении $t = 25^\circ\text{C}$. Найдите количество теплоты, переданное в окружающую среду. Масса пустой стеклянной банки $m_{\text{ст}} = 600$ г. Удельные теплоемкости ягод, воды и стекла равны соответственно $c_{\text{я}} = 3200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, $c_{\text{в}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, $c_{\text{ст}} = 800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

3. «Ягодный морс 8» (10 баллов) Возможное решение

Вода из чайника охладилась от температуры t_2 до температуры t , выделив количество теплоты

$$Q_1 = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t - t_2). \quad (1)$$

Ягоды и банка нагрелись от температуры $t_1 = 5^\circ\text{C}$ до температуры $t = 25^\circ\text{C}$, на что потребовалось количество теплоты

$$Q_2 + Q_3 = c_{\text{я}} m_{\text{я}} (t - t_1) + c_{\text{ст}} m_{\text{ст}} (t - t_1). \quad (2)$$

Масса воды $m_{\text{в}} = \rho V$. (3)

Количество теплоты, отданное в окружающую среду, равно разности между $|Q_1|$ и $Q_2 + Q_3$:

$$Q = |Q_1| - (Q_2 + Q_3). \quad (4)$$

Подставляя в (4) выражения (1)-(3):

$$Q = c_{\text{в}} \rho V (t_2 - t) - (c_{\text{я}} m_{\text{я}} + c_{\text{ст}} m_{\text{ст}}) (t - t_1).$$

Вычисления: $Q = 4200 \cdot 1000 \cdot 0,001 \cdot 65 - (3200 \cdot 0,2 + 800 \cdot 0,6) \cdot 20 = 250600 \text{ (Дж)}$.

Рекомендуемые критерии оценивания

Максимальна оценка за полное правильное решение всей задачи– 10 баллов. Решение не обязательно должно быть представлено в общем виде, допускается возможность промежуточных вычислений «по действиям».

При этом можно использовать следующую шкалу:

- Полное правильное решение: соотношения, отражающие физические законы и закономерности (выражения для количеств теплоты Q_1, Q_2, Q_3 (1)–(2), связь массы с плотностью и объемом для воды (3), уравнение теплового баланса (4) или эквивалентные им) записаны или учтены другим способом верно, произведены необходимые преобразования и вычисления, получен верный числовой ответ с наименованием единиц измерения – **10 баллов**;
- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, произведены необходимые преобразования и вычисления, получен ответ, но имеются арифметические ошибки в вычислениях (либо ответ получен в общем виде, вычисления не произведены) – **9 баллов**;
- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, есть попытка провести преобразования и получить ответ, но имеется ошибка в математических преобразованиях, приводящих к ответу – **8 баллов**;
- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, есть попытка провести преобразования и получить ответ, но имеется более одной ошибки в математических преобразованиях, приводящих к ответу – **7 баллов**;
- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, есть попытка провести преобразования и получить ответ, но преобразования не завершены – **6 баллов**;
- Соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, система уравнений полна, но попытки провести преобразования и получить ответ отсутствуют – **5 баллов**;
- Есть понимание физики явления, но в записанных соотношениях имеется одна физическая ошибка, поэтому из них невозможно найти правильное решение – **4 балла**;
- Есть понимание физики явления, но в записанных соотношениях имеется более одной ошибки – **3 балла**;
- Имеются отдельные записи, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения – **1–2 балла**;
- нет попыток решения – **0 баллов**.

4.«Цилиндр с полостью 8» (10 баллов)

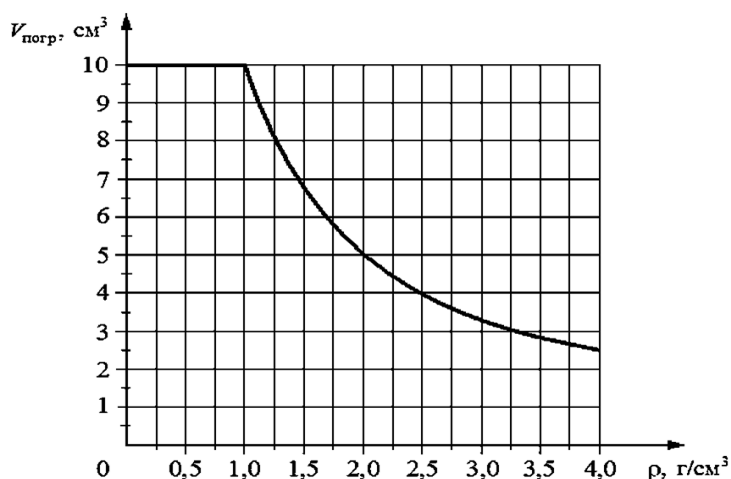
Изучая закон Архимеда, ученик аккуратно опускал в различные жидкости груз цилиндрической формы и измерял объем его погруженной в жидкость части $V_{\text{погр}}$ в состоянии равновесия. По результатам измерений был построен график (см. рисунок 3).

Известно, что внутри груза имеется воздушная полость. Внешний объем цилиндра $V = 10 \text{ см}^3$, плотность материала, из которого он изготовлен $\rho = 2 \text{ г/см}^3$. Рисунок 3

Найдите:

- 1) силу Архимеда, которая действует на цилиндр в жидкости, плотность которой равна $2,5 \text{ г/см}^3$;
- 2) объем полости V_0 .

Принять, что $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Плотность воды 1000 кг/м^3 .



4.«Цилиндр с полостью 8» (10 баллов) Возможное решение

1. Сила Архимеда $F_{\text{арх}} = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр}}$. (1)

Из графика для $\rho_{\text{ж}} = 2,5 \text{ г/см}^3$ объем погруженной части цилиндра $V_{\text{погр}} = 4 \text{ см}^3$. Подставляя эти значения в (1), находим силу Архимеда $F_{\text{арх}} = 2500 \cdot 10 \cdot 0,000004 = 0,1 \text{ Н}$.

$$2. \text{ Масса цилиндра} \quad m = \rho(V - V_0) \quad (2)$$

Условие плавания (равновесия) цилиндра в жидкости с плотностью $\rho_{\text{ж}}$

$$F_{\text{арх}} = mg$$

$$\rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр.}} = \rho g (V - V_0). \quad (3)$$

Отсюда

$$V_0 = V - \frac{\rho_{\text{ж}} V_{\text{погр.}}}{\rho}$$

Взяв значения $\rho_{\text{ж}} = 2,5 \text{ г/см}^3$ и $V_{\text{погр.}} = 4 \text{ см}^3$ по графику (можно другие):

$$V_0 = 10 - \frac{2,5 \cdot 4}{2} = 5 \text{ см}^3.$$

Рекомендуемые критерии оценивания

Максимальна оценка за полное правильное решение всей задачи – 10 баллов, складывается из оценок за каждую из частей задачи. Решение не обязательно должно быть представлено в общем виде, допускается возможность промежуточных вычислений «по действиям».

1. За решение первой части задачи (определение плотности жидкости) максимальная оценка составляет 5 баллов. При этом можно использовать следующую шкалу:

- полное правильное решение: соотношения, отражающие физические законы и закономерности (в данном случае – выражение для силы Архимеда (1) записаны или использованы верно), правильно интерпретирована и использована информация, полученная из графика, произведены необходимые преобразования и вычисления, получены верные числовые ответы с наименованием единиц измерения – **5 баллов**;
- соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, правильно интерпретирована и использована информация, полученная из графика, произведены необходимые преобразования и вычисления, но имеются арифметические ошибки в вычислениях или они не доведены до конца – **4 балла**;
- соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, но информация из графика неверно интерпретирована и использована, либо не использована – **3 балла**;
- есть понимание физики явлений, но записаны не все соотношения, или в записанных соотношениях имеются физические ошибки – **2 балла**;
- имеются отдельные записи, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении) – **1 балл**;
- нет попыток решения – **0 баллов**.

2. За решение второй части задачи (определение объема полости) максимальная оценка составляет 5 баллов. При этом можно использовать следующую шкалу:

- полное правильное решение: соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны и использованы верно (в данном случае – выражения для силы Архимеда (1) и силы тяжести с учетом объема полости (2), условие плавания (3)), правильно интерпретирована и использована информация, полученная из графика, произведены необходимые преобразования и вычисления, получен верный числовой ответ с наименованием единиц измерения для каждой скорости – **5 баллов**;
- соотношения, отражающие физические законы и закономерности записаны верно, правильно интерпретирована и использована информация, полученная из каждого графика, произведены необходимые вычисления, получен ответ, но имеются арифметические ошибки в вычислениях – **4 балла**;
- найдена (вычислено или обосновано) значение скорости только для одного момента времени – **3 балла**;
- есть понимание физики явлений, но записаны не все соотношения, или в записанных соотношениях имеются физические ошибки – **2 балла**;
- имеются отдельные записи, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении) – **1 балл**;
- нет попыток решения – **0 баллов**.