

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

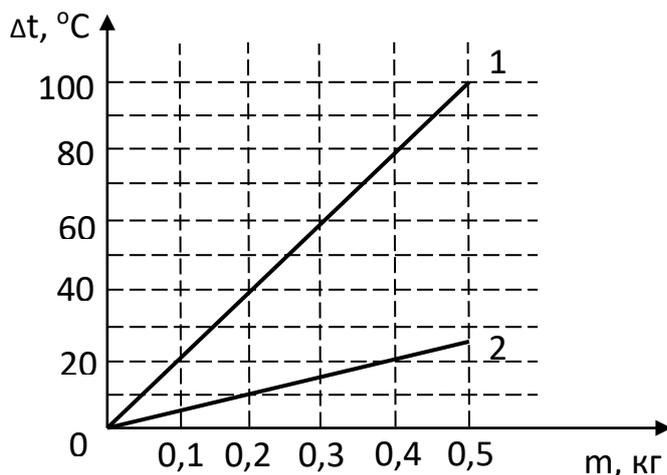
8 класс, 2016-2017 уч. г.

Решения, критерии оценивания

Задача 1. Нагреваем деталь.

Некоторая деталь нагревается, не доходя до плавления, сначала в процессе горения первого горючего вещества, а затем остывает до исходной температуры и снова нагревается в процессе горения второго горючего вещества. Графики зависимости приращения температуры детали от сгорающей массы первого (график 1) и второго (график 2) горючего вещества приведены на рисунке. Считая, что все количество теплоты, выделяемое при сгорании, идет на нагревание детали, определить отношение удельной теплоты сгорания первого вещества к удельной теплоте сгорания второго вещества.

Возможное решение.



Поскольку все количество теплоты, выделяемое при сгорании, идет на нагрев детали, уравнение теплового баланса для первого горючего веществ

$$q_1 m_1 = cm(\Delta t)_1, \quad (1)$$

а для второго

$$q_2 m_2 = cm(\Delta t)_2, \quad (2)$$

где q_1 и q_2 — удельные теплоты сгорания первого и второго веществ соответственно,

m_1 и m_2 — сгорающие массы первого и второго веществ соответственно,

c и m — удельная теплоемкость вещества детали и масса детали соответственно,

$(\Delta t)_1$ и $(\Delta t)_2$ — приращения температуры детали при горении первого и второго вещества соответственно.

Делением (1) на (2) получаем

$$\frac{q_1 m_1}{q_2 m_2} = \frac{(\Delta t)_1}{(\Delta t)_2},$$

откуда

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{m_2 (\Delta t)_1}{m_1 (\Delta t)_2}.$$

Беря одинаковые массы сгоревших веществ, например $m_1 = m_2 = 0,2$ кг, находим по графику $(\Delta t)_1 = 40^\circ\text{C}$ и $(\Delta t)_2 = 10^\circ\text{C}$, откуда

$$\frac{q_1}{q_2} = 4.$$

Критерии оценивания.

Записано уравнение теплового баланса для первого вещества..... 2 балла

Записано уравнение теплового баланса для второго вещества..... 2 балла

Получено выражение для отношения удельной теплоты сгорания первого вещества к удельной теплоте сгорания второго вещества 2 балла

Выбраны одинаковые массы сгоревших веществ и для них по графику найдены приращения температур детали 3 балла

Найдено отношение удельной теплоты сгорания первого вещества к удельной теплоте сгорания второго вещества 1 балл

Задача 2. Ищем объем плотности.

К стальной детали общим объемом 1 литр, имеющей внутри полость, полностью заполненную водой с плотностью 1000 кг/м^3 и удельной теплоемкостью $4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, подводится количество теплоты 38400 Дж . В результате температура системы сталь-вода повышается на 10 К . Считая, что все подводимое количество теплоты идет на нагревание системы, а произведение плотности стали на ее удельную теплоемкость составляет $3600 \text{ кДж/м}^3\cdot\text{К}$, определить объем полости в литрах.

Возможное решение.

Подведенное к системе количество теплоты Q есть сумма количества теплоты Q_1 , полученного сталью и количества теплоты Q_2 , полученного водой, т.е.

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (1)$$

При этом

$$Q_1 = c_1 m_1 \Delta t, \quad (2)$$

$$Q_2 = c_2 m_2 \Delta t, \quad (3)$$

$$m_1 = \rho_1 V_1, \quad (4)$$

$$m_2 = \rho_2 V_2, \quad (5)$$

где c_1, m_1, ρ_1, V_1 - удельная теплоемкость, масса, плотность и объем стали,
 c_2, m_2, ρ_2, V_2 - удельная теплоемкость, масса, плотность, объем воды (т.е. объем полости),

Δt – приращение температуры системы.

Учитывая, что

$$V_1 = V - V_2, \quad (6)$$

где V – объем всей детали
и подставляя (6) в (4), а затем полученный результат вместе с (2), (3) и (5) в (1), получаем

$$Q = c_1 \rho_1 (V - V_2) \Delta t + c_2 \rho_2 V_2 \Delta t.$$

Из полученного уравнения выражаем объем V_2 полости

$$V_2 = \frac{Q - c_1 \rho_1 V \Delta t}{(c_2 \rho_2 - c_1 \rho_1) \Delta t}. \quad (7)$$

Подставляя в (7) значения Q, V, c_2, ρ_2 и учитывая,

что $c_1 \rho_1 = 3600 \text{ кДж/м}^3\cdot\text{К}$, получаем

$$V_2 = \frac{3,84 \cdot 10^4 - 3,6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{(4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^3 - 3,6 \cdot 10^6) \cdot 10} = 0,4 \cdot 10^{-3} (\text{м}^3) = 0,4 \text{ литр}.$$

Критерии оценивания.

Записано выражение (1)	1 балл
Записано выражение (2)	1 балл
Записано выражение (3)	1 балл
Записано выражение (4)	1 балл
Записано выражение (5)	1 балл
Записано соотношение объемов (6)	2 балл
Составлено уравнение теплового баланса	1 балл
Получено выражение для объема полости	1 балл
Получено значение объема полости	1 балл

Задача 3. Готовим раствор.

Неизвестную жидкость, неограниченно смешивающуюся с водой и не вступающую с ней в химическую реакцию, смешивают с водой объемом 1 литр и плотностью 1000 кг/м^3 . Плотность получившегося раствора составляет 940 кг/м^3 . Определить массу неизвестной жидкости, если ее плотность в 1,15 меньше плотности раствора и каждая составляющая при смешивании сохраняет свой объем. Ответ привести в кг.

Возможное решение.

Плотность смеси составляет

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}, \quad (1)$$

где m_1 и V_1 - масса и объем воды,

m_2 и V_2 - масса и объем неизвестной жидкости.

При этом

$$m_1 = \rho_1 V_1, \quad (2)$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} \quad (3)$$

где ρ_1 и ρ_2 – плотности воды и неизвестной жидкости соответственно.
В соответствии с условием задачи

$$\rho_2 = \frac{\rho}{1,15},$$

а значит с учетом (3)

$$V_2 = \frac{1,15 m_2}{\rho}. \quad (4)$$

Подставляя (2) и (4) в (1), получаем

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + m_2}{V_1 + \frac{1,15 m_2}{\rho}},$$

откуда после преобразований

$$m_2 = \frac{V_1(\rho_1 - \rho)}{0,15}. \quad (5)$$

Подставляя (5) числовые данные, получаем

$$m_2 = \frac{10^{-3}(1000 - 940)}{0,15} = 0,4 \text{ (кг)}.$$

Критерии оценивания.

Записано выражение для плотности смеси..... 2 балла

Записано выражение для массы воды 1 балл

Записано выражение для объема неизвестной жидкости 2 балла

Учтено соотношение плотностей смеси и неизвестной жидкости 1 балл

Получена формула для расчета массы неизвестной жидкости 3 балла

Получено значение массы неизвестной жидкости 1 балл

Задача 4. Рычаг в воде.

При равномерном подъеме на нити тела объемом $0,005 \text{ м}^3$ со дна заполненного водой бассейна глубиной 10 м на поверхность совершена работа 500 Дж . То же тело, погруженное в воду, и подвешенное к одному из концов рычага, уравнивается силой 20 Н , приложенной по другую сторону точки опоры. Пренебрегая трением тела о воду, определить отношение плеча приложенной силы к плечу подвешенного тела. Плотность воды 1000 кг/м^3 , ускорение свободного падения 10 Н/кг .

Возможное решение.

С учетом равномерности подъема тела второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось

$$T + F_A = mg ,$$

откуда

$$T = mg - F_A , \quad (1)$$

где m - масса тела, T - сила натяжения нити, F_A - сила Архимеда, g - ускорение свободного падения.

Сила Архимеда

$$F_A = \rho_{\text{воды}} V_{\text{тела}} g , \quad (2)$$

где $\rho_{\text{воды}}$ - плотность воды, $V_{\text{тела}}$ - объем тела.

Работа силы натяжения нити $A = T h$ и с учетом (1) и (2)

$$A = (mg - \rho_{\text{воды}} V_{\text{тела}} g) h , \quad (3)$$

откуда

$$m = \frac{A}{g h} + \rho_{\text{воды}} V_{\text{тела}} . \quad (4)$$

Подставляя в (4) числовые данные, получаем

$$m = \frac{500}{10 \cdot 10} + 1000 \cdot 0,005 = 10 \text{ (кг)} .$$

При подвешивании тела к концу рычага на рычаг действует сила, определяемая выражением (1), момент которой уравнивается моментом силы F . Поэтому уравнение моментов

$$(mg - F_A) \ell_{\text{тела}} = F \ell_{\text{силы}} , \quad (5)$$

откуда с учетом (2)

$$\frac{\ell_{\text{силы}}}{\ell_{\text{тела}}} = \frac{mg - \rho_{\text{воды}} V_{\text{тела}} g}{F} \quad (6)$$

Подставляя в (6) числовые данные, получаем

$$\frac{\ell_{\text{силы}}}{\ell_{\text{тела}}} = \frac{10 \cdot 10 - 1000 \cdot 0,005 \cdot 10}{20} = 2,5 .$$

Критерии оценивания.

- Получено выражение (1) 1 балл
- Записано выражение (2) 2 балла
- Записано выражение (3) 2 балла
- Определена масса тела 1 балл
- Составлено уравнение (5) 2 балла
- Получено соотношение (6) 1 балл
- Рассчитано соотношение плеч 1 балл