Открытая межвузовская олимпиада школьников Сибирского федерального округа

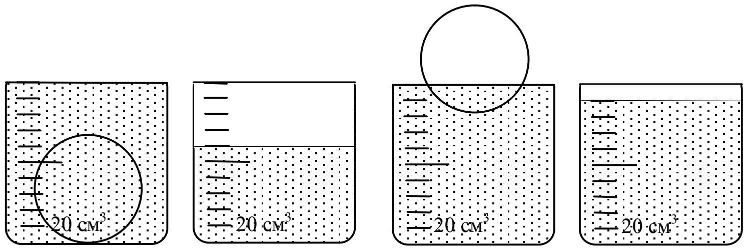
«Будущее Сибири»

2 этап (**заключительный**) - 2012 – 2013 учебный год

Физика (**решения**)

8 класс

1. Юный физик Петя заметил, что один из его игрушечных шариков тонет в воде, а другой плавает, несмотря на то, что шарики одинаковые по размеру. Петя решил определить плотность материала, из которого сделан более лёгкий шарик. Он по очереди осторожно отпускал шарики в полностью наполненный водой мерный стакан объёмом 200 см^3, и затем осторожно извлекал шарики из стакана. Результаты измерений показаны на рисунке. Помогите Пете определить плотность материала лёгкого шарика. Плотность воды равна 1 г/см^3.



Решение:

Цена деления шкалы мерного стакана равна 20 см^3. Объём вытесненной воды равен погруженному в воду объёму шарика. **(2 б.)**

Если шарик полностью погружен в воду, как в случае с более тяжёлым шариком, то объём вытесненной воды равен объёму шарика. Определив объём вытесненной воды, найдём, что объём шариков равен:

$$V = 4 \cdot 20 \text{ см}^3 = 80 \text{ см}^3 \qquad \textbf{(1 б.)}$$

Объём погруженной части лёгкого шарика равен:

$$V_\text{п} = 20 \text{ см}^3 \qquad \textbf{(1 б.)}$$

Шарик находится в равновесии, поэтому сила тяжести уравновешивается выталкивающей силой Архимеда:

$$\rho V g = \rho_0 V_\text{п} g, \qquad \textbf{(2 б.)}$$

где g — ускорение свободного падения, ρ_0 — плотность воды, а ρ — искомая плотность материала лёгкого шарика. Выразив отсюда ρ, найдём:

$$\rho = \frac{V_\text{п}}{V}\rho_0, \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Подставив численные значения, найдём: $\rho = \frac{V_\text{п}}{V}\rho_0 = 0,25 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. **(2 б.)**

Ответ: $\rho = \frac{V_\text{п}}{V}\rho_0 = 0,25 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

2. Мальчик прошёл первые 25% пути со скоростью 1м/с, а остальной путь проехал на велосипеде. Определите скорость, с которой он ехал на велосипеде, если известно, что средняя скорость оказалась равной 3м/с.

Решение.

Пусть υ_1 и υ_2 — скорости, с которой мальчик шёл пешком и ехал на велосипеде соответственно, а S — длина всего пути, который он преодолел. Тогда полное время, которое мальчик затратил на весь путь равно:

$$t = \frac{0,25S}{\upsilon_1} + \frac{(1-0,25)S}{\upsilon_2} \qquad (1) \qquad \textbf{(6 б.)}$$

С другой стороны средняя скорость за весь путь равна:

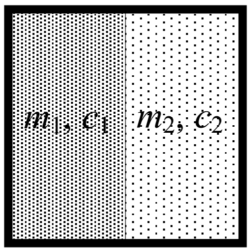
$$\upsilon_{\text{ср}} = \frac{S}{t} \qquad (2) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Из равенств (1) и (2) найдём:

$$\upsilon_2 = \frac{0,75}{\frac{1}{\upsilon_{\text{ср}}} - 0,25\frac{1}{\upsilon_1}} = 9\,\frac{\text{м}}{\text{с}}. \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Ответ: $\upsilon_2 = 9\,\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

3. В калориметре находятся два сосуда, разделённые теплопроводящей стенкой. В первый сосуд наливают жидкость массы m_1 и удельной теплоёмкости c_1, а во второй жидкость удельной теплоёмкости c_2. Найдите массу m_2 жидкости, налитой во второй сосуд, если известно, что после установления теплового равновесия первая жидкость нагрелась на 1/3 от начальной разницы температур.



Решение:

Запишем уравнение теплового баланса:

$$c_1 m_1 \Delta T_1 + c_2 m_2 \Delta T_2 = 0. \qquad (1) \qquad \textbf{(4 б.)}$$

Пусть ΔT — начальная разница температур. По условию известно, что первая жидкость нагрелась на 1/3 от начальной разницы температур, т.е.:

$$\Delta T_1 = \frac{1}{3}\Delta T. \qquad (2) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

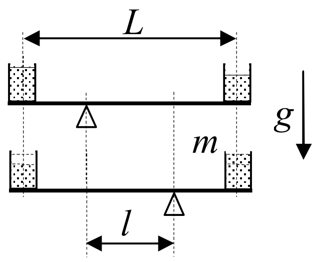
Тогда, в результате установления теплового равновесия, температура второй жидкости изменилась на:

$$\Delta T_2 = -\frac{2}{3}\Delta T. \qquad (3) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Подставив (2) и (3) в (1) и выразив m_2, найдём: $m_2 = \dfrac{c_1}{2c_2} m_1$. **(2 б.)**

Ответ: $m_2 = \dfrac{c_1}{2c_2} m_1$

4. Два стакана с различным количеством воды уравновешены на разноплечих рычажных весах. Расстояние между центрами стаканов равно L. Часть воды массы m перелили из одного стакана в другой. Оказалось, что если при этом опору весов сдвинуть на расстояние l, то весы снова придут в равновесие. Найти массу M всей воды в обоих стаканах. Массой самих весов и стаканов пренебречь.



Решение.

Обозначим в начальном состоянии массу воды в стаканах — m_1 и m_2, а соответствующие плечи весов — l_1 и l_2. Условие равновесия весов в начальном состоянии имеет вид:

$$m_1 l_1 = m_2 l_2. \qquad (1) \qquad \textbf{(3 б)}$$

После перелива воды аналогичное условие равновесия запишется в виде:

$$(m_1 - m)(l_1 + l) = (m_2 + m)(l_2 - l). \qquad (2) \qquad \textbf{(4 б)}$$

Вычтя из уравнения (2) уравнение (1), получим:

$$m_1 l - m(l_1 + l) = -m_2 l + m(l_2 - l) \text{ или } (m_1 + m_2) l = m(l_1 + l_2).$$

Подставив сюда $L = l_1 + l_2$, **(1 б)**

найдём: $M = m_1 + m_2 = \dfrac{L}{l} m$. **(2 б.)**

Ответ: $M = m_1 + m_2 = \dfrac{L}{l} m$.