

8 класс

Задача 1. (Замятни М.). Наиболее простое решение получится, если систему, состоящую из блоков, грузов и подставки, рассматривать как единое целое.

Применим для неё правило моментов относительно точек O_1 и O_2 , лежащих на линии действия сил натяжения нитей за которые подвешены блоки (рис. 1):

$$\text{Относительно точки } O_2: T_3 \cdot 6x - 2mg \cdot 5x - mg \cdot 3x + 2mg \cdot x = 0, \quad (1)$$

$$\text{Относительно точки } O_1: 2mg \cdot x + mg \cdot 3x + 2mg \cdot 7x - T_4 \cdot 6x = 0. \quad (2)$$

Из уравнения (1) следует $T_3 = \frac{11}{6}mg$, а из уравнения (2), соответственно, $T_4 = \frac{19}{6}mg$.

Сила натяжения нити, удерживающая левый груз, равна $T_1 = \frac{T_3}{2} = \frac{11}{12}mg$. Аналогично, сила

натяжения нити, удерживающая правый груз, равна $T_2 = \frac{T_4}{2} = \frac{19}{12}mg$. Из условия равновесия левого груза найдём силу, с которой на него действует подставка:

$$N_1 = 2mg - T_1 = \frac{13}{12}mg.$$

Аналогично для правого груза

$$N_2 = 2mg - T_2 = \frac{5}{12}mg.$$

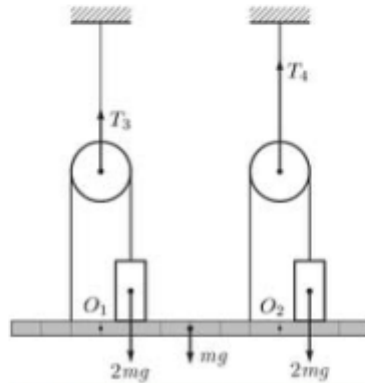


рис. 1

Задача 2. (Замятнин М.). Так как показания динамометра перестают изменяться при погружении кубика на 7,4 см, то длина его ребра равна $a = 7,4$ см. Это позволяет найти плотность материала из которого изготовлен кубик:

$$\rho = \frac{F(0)}{g a^3} \approx 2,2 \text{ г/см}^3.$$

По мере погружения кубика в жидкость сила Архимеда будет возрастать, а показания динамометра уменьшаются. Это будет продолжаться до тех пор, пока кубик полностью не погрузится в жидкость. Максимальная сила Архимеда

$$F_A = F(7,4) - F(0) = 4,06 \text{ Н}$$

действует на весь объем кубика. Следовательно, плотность жидкости

$$\rho \approx 1,21 \text{ г/см}^3.$$

Примерные критерии оценивания

Найдена сторона кубика.....	2 балла
Получена формула связывающая силу объем и плотность	2 балла
Определена плотность кубика.....	2 балла
Записана формула для силы Архимеда.....	2 балла
Определена плотность жидкости.....	2 балла

Задача 3. (Кармазин С.). Так как в коробочке уложено 3 слоя кусочков сахара, то в одном слое $n = 168/3 = 56$ кусочков. Число 56 можно разложить на простые множители:

$56 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 7$. Следовательно, один слой может иметь размеры $28 \cdot 2$ кусочка, $14 \cdot 4$ кусочка или $7 \cdot 8$ кусочков. Первый вариант противоречит условию, так как тогда вдоль самого короткого ребра помещалось бы 2 кусочка. Таким образом, вдоль длинного ребра можно положить либо 14, либо 8 кусочков и, соответственно, размер ребра кубика сахара равен либо $a_1 = 112 \text{ мм}/14 = 8 \text{ мм}$, либо $a_2 = 112 \text{ мм}/8 = 14 \text{ мм}$.

В первом случае:

$$\text{Общий объем сахара равен } V_1 = 8 \text{ мм} \cdot 8 \text{ мм} \cdot 8 \text{ мм} \cdot 168 \text{ штук} = 8 \cdot 6016 \text{ мм}^3 \approx 86 \text{ см}^3.$$

Плотность сахара равна $\rho_1 = m/V_1 = 500 \text{ г}/86 \text{ см}^3 = 5,8 \text{ г/см}^3 = 5 \cdot 800 \text{ кг/м}^3$. Такая плотность противоречит условию.

Во втором случае:

Общий объем сахара равен

$$V_2 = 14 \text{ мм} \cdot 14 \text{ мм} \cdot 14 \text{ мм} \cdot 168 \text{ штук} = 460 \cdot 992 \text{ мм}^3 \approx 461 \text{ см}^3.$$

$$\text{Плотность сахара равна } \rho_2 = m/V_2 = 500 \text{ г}/461 \text{ см}^3 \approx 1,08 \text{ г/см}^3 = 1 \cdot 080 \text{ кг/м}^3.$$

Задача 4. (Осин М.). На тела со стороны окружающего воздуха действует сила Архимеда. Обычно по сравнению с весом тел она ничтожна и её не учитывают. В нашем случае это не

так. Пусть m – масса льда. Его объем $V_n = \frac{m}{\rho_n}$. После плавления льда он превратится в

воду. Её объем будет $V_n = \frac{m}{\rho_n}$. Из-за уменьшения объема льда уменьшится и сила

Архимеда $\Delta F_A = \rho_0 g \left(\frac{m}{\rho_n} - \frac{m}{\rho_s} \right)$, поэтому чашка с водой опустится в низ (равновесие нарушится). Чтобы восстановить равновесие на чашку с гирей следует добавить груз

массой $\Delta m = \frac{\Delta F_A}{g} = \rho_0 \left(\frac{m}{\rho_n} - \frac{m}{\rho_s} \right)$. Поскольку сила Архимеда мала по сравнению с весом

льда или гири, можно считать, что $m = m_1$. Отсюда $\Delta m = m \left(\frac{\rho_0}{\rho_n} - \frac{\rho_0}{\rho_s} \right) = 0,12 \text{ г}$.