

8 класс

Задача 1. Равновесие. Планка массой m и два одинаковых груза массой $2m$ каждый с помощью лёгких нитей прикреплены к двум блокам (рис. 1). Система находится в равновесии. Определите силы натяжения нитей и силы, с которыми подставка действует на грузы. Трения в осях блоков нет.

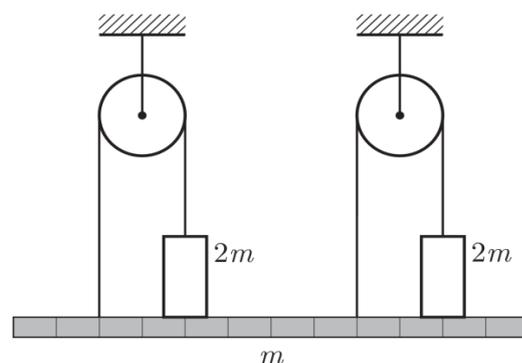


Рис. 1

Задача 2. Неизвестное в неизвестном. Экспериментатор Глюк проводил опыт по погружению кубика изготовленного из неизвестного материала в жидкость неизвестной плотности (рис. 2). В таблицу он занёс показания динамометра, соответствующие различным глубинам погружения кубика. Некоторые значения силы он забыл и не стал их вносить в таблицу.

| | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|---|---|---|---|------|------|------|------|
| h , см | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| F , Н | 8,74 | 8,09 | | | | | 4,84 | 4,19 | 3,93 | 3,93 |

По результатам измерений определите плотность кубика и плотность жидкости.

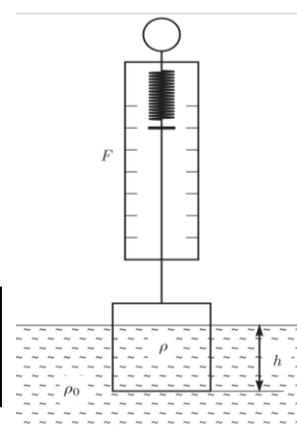


Рис. 2

Задача 3. Коробка с сахаром (2). Кубики сахара-рафинада плотно упакованы в коробку, на которой написано: «Масса нетто (m) = 500 г, 168 штук». Протяженность самого длинного ребра коробки $c = 112$ мм. Вдоль самого короткого ребра коробочки укладывается ровно 3 кусочка сахара. Чему равна плотность сахара-рафинада?

Примечание: 1) Нетто – масса продукта без учёта массы упаковки (тары).

2) Достоверно известно, что плотность сахара-рафинада не превышает $4 \cdot 10^3$ кг/м³.

Задача 4. Лёд на чашке весов. В одной чашке на равноплечных весах лежит кусок льда, который уравновешен гирей массой 1 кг, находящейся в другой чашке. Когда лед растаял, равновесие нарушилось. Груз какой массы и на какую чашку следует добавить, чтобы восстановить равновесие?

Справочные данные (могут понадобиться для любой из задач!!!)

Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с².

Плотность дерева (сосны) $\rho_{\text{д}} = 400$ кг/м³

Плотность воздуха $\rho_0 = 1,3$ кг/м³.

Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³.

Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 917$ кг/м³.

8 класс

Задача 1. (Замятнин 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):

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

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

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

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

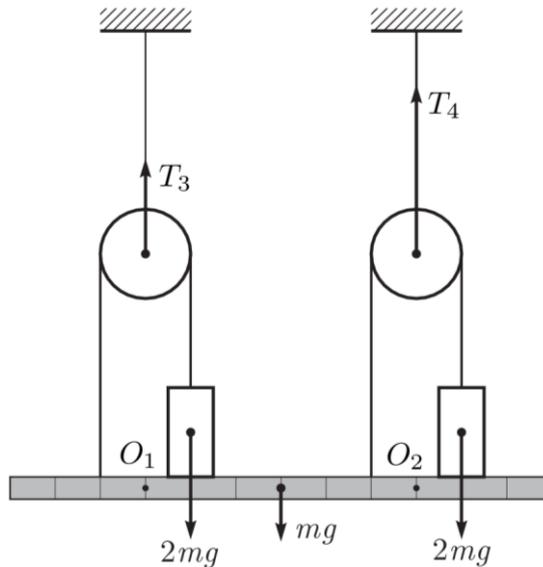


рис. 1

Примерные критерии оценивания

| | |
|---|---------|
| Записано правило моментов для системы (или для грузов и планки) | 2 балла |
| Найдены силы натяжения нитей (по 2 балла за каждую) | 4 балла |
| Записано условие равновесия грузов (по 1 баллу за каждое) | 2 балла |
| Найдены силы реакции опоры (по 1 баллу за каждую) | 2 балла |

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:

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

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

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

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 противоречат 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 $a_1 = 112\text{мм}/14 = 8$ мм, либо $a_2 = 112\text{мм}/8 = 14$ мм.

В первом случае:

$$\text{Общий объем сахара равен } V_1 = 8 \text{ мм} \cdot 8 \text{ мм} \cdot 8 \text{ мм} \cdot 168 \text{ штук} = 86016 \text{ мм}^3 \approx 86 \text{ см}^3.$$

Плотность сахара равна $\rho_1 = m/V_1 = 500 \text{ г}/86 \text{ см}^3 = 5,8 \text{ г/см}^3 = 5800 \text{ кг/м}^3$. Такая плотность противоречит условию.

Во втором случае:

Общий объем сахара равен

$$V_2 = 14 \text{ мм} \cdot 14 \text{ мм} \cdot 14 \text{ мм} \cdot 168 \text{ штук} = 460992 \text{ мм}^3 \approx 461 \text{ см}^3.$$

$$\text{Плотность сахара равна } \rho_2 = m/V_2 = 500 \text{ г}/461 \text{ см}^3 \approx 1,08 \text{ г/см}^3 = 1080 \text{ кг/м}^3.$$

Примерные критерии оценивания

| | |
|--|---------|
| Найдено число кусков в слое | 1 балл |
| Возможные длины сторон слоя выражены в кусках сахара (по баллу за случай) | 3 балла |
| Показано, что возможны два варианта раскладки кусочков сахара | 1 балл |
| Для каждого случая длина ребра куска сахара выражена в мм (или см или м) | 1 балл |
| Для каждого случая найден объем куска сахара в мм ³ (или см ³ или м ³) | 1 балл |
| Для каждого случая найдена плотность сахара | 2 балла |
| Дан числовой ответ | 1 балл |

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 $V_{\text{л}} = \frac{m}{\rho_{\text{л}}}$. После плавления льда он превратится в

воду. Её объем будет $V_{\text{в}} = \frac{m}{\rho_{\text{в}}}$. Из-за уменьшения объема льда уменьшится и сила

Архимеда $\Delta F_A = \rho_0 g \left(\frac{m}{\rho_{\text{л}}} - \frac{m}{\rho_{\text{в}}} \right)$, поэтому чашка с водой опустится в низ (равновесие

нарушится). Чтобы восстановить равновесие на чашку с гирей следует добавить груз

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

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

Примерные критерии оценивания

| | |
|---|---------|
| Указано, что изменение показаний весов связано с изменением силы Архимеда | 2 балла |
| Указано, на какую чашку следует положить гирьку | 1 балл |
| Найден объем льда | 1 балл |
| Найден объем воды | 1 балл |
| Найдено изменение сила Архимеда | 3 балла |
| Найдена масса гирьки | 2 балла |