

8 класс

Задача 1. Кладоискатель нашел самородок золота. Масса находки составила 135,5 грамм, а объем 20,0 см³. Анализ показал, что самородок состоит из золота и кварца. Сколько золота нашел кладоискатель, если плотность золота 19300 кг/м³, а кварца – 2600 кг/м³.

Возможное решение

Масса самородка есть сумма масс золота и кварца, которые могут быть определены через их плотность и объем, при этом сумма объёмов и есть объем самородка; запишем это в виде системы уравнений

$$m = \rho_z V_z + \rho_k V_k$$

$$V = V_z + V_k.$$

Решением данной системы является выражение вида: $m_z = \rho_z V(m/V - \rho_k) / (\rho_z - \rho_k)$

После подстановки числовых значений получим $m_z = 96,5$ г

Критерии оценивания

Все данные приведены к одинаковым единицам измерения	1 балл
Составлена систему уравнений	3 балла
Получено выражение для массы золота в самородке	4 балла
Рассчитана масса золота в самородке (96,5 г)	2 балла

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 2. В сосуде, заполненном двумя жидкостями, плавает брусок массой 1800 г и размерами 10х20х10 (все размеры в сантиметрах). Определите какая часть бруска находится выше границы раздела жидкостей, если плотности жидкостей 1000 кг/м³ и 800 кг/м³.

Возможное решение

Будем решать задачу в системе СИ :

$$m = 1,8 \text{ кг}, a = 0,1 \text{ м}, b = 0,2 \text{ м}, c = 0,1 \text{ м}$$

Так как тело плавает, то $mg = \rho_1 gab(c-x) + \rho_2 gabx$

$$\text{Выразим } x: x = (\rho_1 abc - m) / ((\rho_1 - \rho_2) ab)$$

Вычислим x : 0,05м

Определим какая часть бруска находится выше границе раздела жидкостей: $x/c = 1/2$

Критерии оценивания

Все данные представлены в одной системе измерения (например в СИ)	2 балла
Записано условие плавания тел	3 балла
Записана формула для вычисления x	2 балла
Вычислен x	1 балл
Определено какая часть бруска расположена выше границы раздела жидкостей	2 балла

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 3. Жук-навозник на своем пути нашел игральную кость, представляющую собой куб со стороной 2 см. Решив ее перевернуть, жук приложил свои усилия в верхнее ребро кости, за счет чего смог перевернуть кость. Какую минимальную силу необходимо приложить жуку для переворачивания кубика? Плотность кости считать равной 1500 кг/м³.

Возможное решение

Приведем все числовые значения в систему СИ: $a = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$

Проведем анализ задачи: при переворачивании кубика работает правило рычага, где дальнее от жука нижнее ребро выступает как ось вращения. Для того, чтобы кубик перевернулся необходимо в начале приложить достаточную силу F , чтобы он начал поворачиваться (для продолжения движения будет уже необходима меньшая сила). При этом, чтобы сила F была минимальна она должна быть перпендикулярна плечу. Запишем правило моментов для данной ситуации: $mg\cos(45^\circ)l/2=Fl$, где l – длина диагонали квадрата, то есть $l^2 = 2a^2$, а $m = \rho a^3$.

Таким образом, $F = \rho a^3 g \cos(45^\circ)/2$, $F \approx 0,042 \text{ Н}$.

Критерии оценивания

Сделан перевод в систему СИ	1 балл
Указано условие минимальности силы F	2 балла
Записано правило моментов ($mg\cos(45^\circ)l/2=Fl$)	2 балла
Записана формула для расчета массы кубика	2 балл
Найдено выражение для расчета силы F	2 балла
Найдено значение силы F ($\approx 0,042 \text{ Н}$)	1 балл

Максимум за задачу – 10 баллов

Задача 4. Профессор Глюк нашел в своей лаборатории стержень длиной 1000 мм и диаметром 10 мм. Так как профессор не смог вспомнить из какого материала этот стержень, он решил определить его плотность, для этого нужна масса стержня. Весов по близости не оказалось, но в кармане халата профессора оказался динамометр с пределом измерения 5 Н и ценой деления 0,5 Н. Так как масса стержня точно была более 500 г, профессор решил определить ее с помощью косвенных измерений: он прикрепил динамометр к самому краю стержня с одной стороны, а сам стержень положил на стол таким образом, чтобы он был перпендикулярен краю стола и его часть с динамометром оказалась вне стола. Изменяя длину стержня вне стола и фиксируя показания динамометра, профессор получил следующие экспериментальные данные:

a , м	0,500	0,515	0,530	0,555	0,580	0,600	0,630	0,660	0,690	0,720	0,750
F , Н	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0

Определите по данным профессора массу стержня, зная, что ускорение свободного падения в лаборатории $9,8 \text{ м/с}^2$. Для определения плотности материала важно, чтобы возможная относительная погрешность (отношение абсолютной погрешности к измеряемой величине умноженное на 100%) была не более 10%.

Возможное решение

Во-первых, из данных надо удалить как минимум первые шесть измерений, так как при цене деления динамометра 0,5 Н, относительная погрешность измерения силы уже будет более 10% при измеряемой величине менее 2,5 Н (по умолчанию считаем абсолютную погрешность измерения равную половине цене деления), а значит и относительная погрешность массы будет не меньше этой величины.

Далее следует написать условие равновесия стержня на краю стола:

$$(l - a) \frac{m}{l} g \frac{(l - a)}{2} = a \frac{m}{l} g \frac{a}{2} - Fa$$

Выражаем из уравнения m : $m = \frac{2Fa}{(2a - l)g}$.

Далее рассчитывается масса (в кг) стержня по последним пяти точкам:

1,482004 1,471713 1,480766 1,501251 1,529052

Рассчитывается среднее значение массы: 1,493 кг, и среднее отклонение (абсолютная погрешность): 0,018 кг

Примечание: Если не отбросить первые шесть значений в таблице данных, то это приведет к завышению среднего значения массы (приблизительно на 50 грамм) и увеличению средней абсолютной погрешности почти в 5 раз, хотя относительная погрешность по этим данным и не составит 10%, тем не менее это ошибка, так как в данном случае абсолютную погрешность следует искать по методике косвенных измерений, а не методике прямых измерений физических величин.

Критерии оценивания

Указано, что из данных следует удалить первые шесть записей, которые не позволят получить заявленную относительную погрешность менее 10%	2 балла
Записано условие равновесия стержня	2 балла
Получено выражение для расчета массы стержня	2 балла
Рассчитаны значения массы для последних пяти точек	1 балл
Найдено среднее значение массы	1 балл
Рассчитана абсолютная погрешность	1 балл
Записан ответ в виде: $1,493 \pm 0,018 \text{ кг}$	1 балл

Максимум за задачу – 10 баллов.