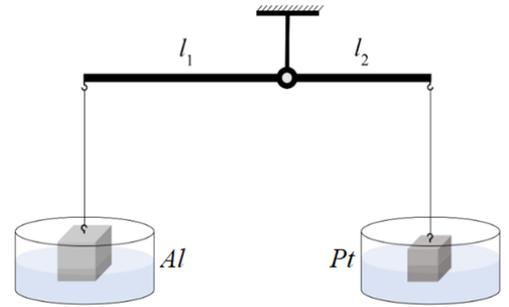


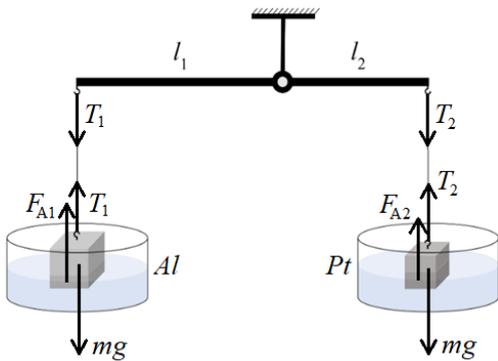
## Решения задач 8 класса

### Задача 1.

Два одинаковых по массе куба из алюминия ( $\rho_a = 2,7 \text{ г/см}^3$ ) и платины ( $\rho_{п} = 21,5 \text{ г/см}^3$ ) подвешены к концам невесомого рычага. При этом кубы погружены в воду ( $\rho_в = 1,0 \text{ г/см}^3$ ): алюминиевый – на треть своего объёма, а платиновый – на половину (см. рис.). Каким должно быть отношение плеч рычага  $l_1 / l_2$ , чтобы он находился в равновесии? Ответ округлите до сотых.



### Решение:



На каждый куб действует сила тяжести, сила Архимеда со стороны воды и сила натяжения нити. Сила Архимеда со стороны воздуха пренебрежимо мала. Запишем уравнения равновесия обоих кубов:

$$\begin{aligned} mg &= T_1 + F_{A1}, \\ mg &= T_2 + F_{A2}. \end{aligned}$$

В то же время условие равновесия рычага относительно точки его подвеса:

$$\begin{aligned} T_1 l_1 &= T_2 l_2, \\ (mg - F_{A1}) l_1 &= (mg - F_{A2}) l_2 \\ \left( mg - \rho_в \cdot g \cdot \frac{V_a}{3} - T_a \right) l_1 &= \left( mg - \rho_в \cdot g \cdot \frac{V_{п}}{2} - T_{п} \right) l_2. \end{aligned}$$

Выразив объёмы тел через их массы и плотности, получим:

$$\left( mg - \rho_в \cdot g \cdot \frac{m}{3\rho_a} \right) l_1 = \left( mg - \rho_в \cdot g \cdot \frac{m}{2\rho_{п}} \right) l_2.$$

Отсюда искомое отношение:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{\left( mg - \rho_в \cdot g \cdot \frac{m}{2\rho_{п}} \right)}{\left( mg - \rho_в \cdot g \cdot \frac{m}{3\rho_a} \right)} = \frac{mg \left( 1 - \frac{\rho_в}{2\rho_{п}} \right)}{mg \left( 1 - \frac{\rho_в}{3\rho_a} \right)} = \frac{3\rho_a(2\rho_{п} - \rho_в)}{2\rho_{п}(3\rho_a - \rho_в)}.$$

Подставляя в полученную формулу известные значения, находим, что:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{3 \cdot 2,7 \cdot (2 \cdot 21,5 - 1)}{2 \cdot 21,5 \cdot (3 \cdot 2,7 - 1)} \approx 1,11.$$

**Ответ:** 1,11.

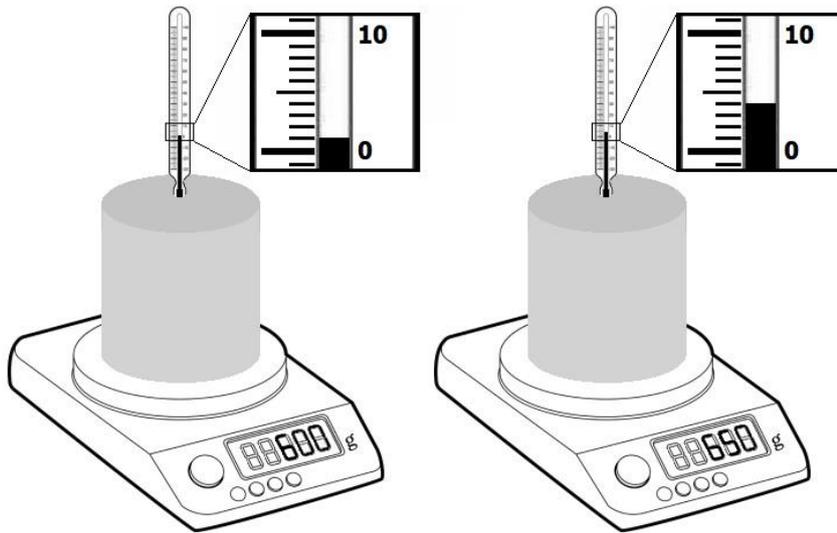
*Критерии оценки (10 баллов):*

1	Определено, что на тела действуют силы тяжести, Архимеда и натяжения нитей	3
2	Записано правило моментов	3
3	Объёмы тел выражены через их массы и плотности	2
4	Сделаны правильные арифметические расчеты	1
5	Дан правильный ответ	1

## Задача 2.

Наводя порядок в шкафу с реактивами, профессор отыскал склянку с металлическими опилками. Внимательно рассмотрев этикетку, профессор узнал, что это двусоставная смесь, один из компонентов которой – медь. Название второго компонента затёрто, однако указано, что он уступает меди по массе в 4 раза. Профессор решил экспериментально определить неизвестный компонент. Для этого он взял калориметр объёмом 200 мл, электронные весы и термометр. Заполнив калориметр водой на  $\frac{3}{4}$  (см. рис. а), профессор погрузил туда смесь металлических опилок, нагретую до  $125^{\circ}\text{C}$ , и дождался установления теплового равновесия (см. рис. б). Воспроизведите дальнейшие вычисления профессора и назовите неизвестный компонент смеси опилок, если теплоёмкость калориметра  $39,5 \text{ Дж}/^{\circ}\text{C}$ . В распоряжении профессора также была следующая таблица:

Вещество	Удельная теплоёмкость, Дж/(кг·°C)	Вещество	Удельная теплоёмкость, Дж/(кг·°C)
Вода	4200	Цинк	400
Лёд	2100	Медь	380
Алюминий	920	Серебро	250
Чугун	540	Олово	230
Железо	460	Свинец	140



### Решение:

Для решения задачи необходимо составить уравнение теплового баланса, которое учитывает:

- 1) количество теплоты, отданное медными опилками:  $Q_M = c_M m_M (t_1 - t)$ ;
- 2) количество теплоты, отданное опилками неизвестного материала:  $Q_X = c_X m_X (t_1 - t)$ ;
- 3) количество теплоты, принятое водой:  $Q_B = c_B m_B (t - t_2)$ ;
- 4) количество теплоты, принятое калориметром:  $Q_K = C_K (t - t_2)$ ;

$$c_M m_M (t_1 - t) + c_X m_X (t_1 - t) = c_B m_B (t - t_2) + C_K (t - t_2).$$

Идентифицировать неизвестный материал можно по его удельной теплоёмкости  $c_X$ , которую можно выразить из уравнения теплового баланса:

$$c_X = \frac{c_B m_B (t - t_2) + C_K (t - t_2) - c_M m_M (t_1 - t)}{m_X (t_1 - t)}.$$

Из рисунка видно, что начальная температура системы «вода-калориметр» равна  $1^{\circ}\text{C}$ , конечная –  $4^{\circ}\text{C}$  а изменение массы системы после добавления в неё металлических опилок составляет 50 г или 0,05 кг.

Так как по условию задачи  $m_{\text{м}} = 4m_{\text{х}}$ , то

$$\begin{aligned}4m_{\text{х}} + m_{\text{х}} &= 0,05 \\5m_{\text{х}} &= 0,05 \\m_{\text{х}} &= 0,01 \text{ (кг)}.\end{aligned}$$

Следовательно,

$$m_{\text{м}} = 0,04 \text{ кг}.$$

Массу воды можно найти умножением её плотности ( $1000 \text{ кг/м}^3$ ) на объём, который, в соответствии с условием задачи, составляет  $\frac{3}{4}$  от объёма калориметра:  $m_{\text{в}} = \frac{3}{4} \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 = 0,15 \text{ (кг)}$ .

Подставляя численные значения в формулу для  $c_{\text{х}}$ , находим:

$$c_{\text{х}} = \frac{4200 \cdot 0,15 \cdot (4 - 1) + 39,5 \cdot (4 - 1) - 380 \cdot 0,04 \cdot (125 - 4)}{0,01 \cdot (125 - 4)} \approx 140 \text{ (Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C)}$$

Такая удельная теплоёмкость свойственна свинцу.

**Ответ:** свинец.

*Критерии оценки (10 баллов):*

1	Установлено, что неизвестный компонент можно определить по его удельной теплоёмкости	2
2	Записано уравнение теплового баланса	2
3	Проведён расчёт масс компонентов смеси опилок	2
4	Определена масса воды в калориметре	2
5	Сделаны правильные арифметические расчеты удельной теплоёмкости	1
6	Дан правильный ответ	1