

Возможные решения и разбалловка

Задача 1. Маршрутный компьютер.

В автомобиле имеются три датчика, один из которых измеряет скорость автомобиля v , второй – массу топлива, затрачиваемого в единицу времени, r , третий – объем топлива, имеющегося в бензобаке, V . Какую операцию с этими величинами должен проделать маршрутный компьютер, чтобы получить пробег автомобиля на остатке топлива? Ответ обосновать. Значение какой физической величины должно храниться в памяти компьютера, чтобы задача могла быть решена?

Решение:

Проходимый путь равен

$$s = vt, \quad (1)$$

время движения можно найти по формуле

$$t = m/r = \rho V / r, \quad (2)$$

где ρ – плотность топлива. Таким образом,

$$s = vV\rho / r, \quad (3)$$

т. е. показания первого и третьего датчиков нужно перемножить и разделить на показание второго; результат следует умножить на плотность топлива (4), информация о которой должна находиться в памяти компьютера.

Разбалловка:

Верно записано выражение для проходимого пути (1).....2 балла

Верно записано выражение для времени движения (2)..... 3 балла

Определена связь (3)2 балла

Приведено словесное обоснование результата (4)..... 1 балл

Сделан вывод о том, что в памяти компьютера должна находиться информация о плотности топлива2 балла

Возможные решения и разбалловка

Задача 2. Марсианский образец.

Из межпланетной экспедиции на Землю был доставлен сильно неоднородный образец марсианской породы массой 20 кг. Ученые провели пробные измерения и выяснили, что средняя плотность привезенного образца равна 4 г/см^3 . Затем от образца откололи кусок массой 8 кг и передали его в музей, а оставшуюся часть образца отправили в лабораторию для дальнейшего изучения. В лаборатории установили, что средняя плотность поступившего к ним куска равна 3 г/см^3 . Определите, какова средняя плотность куска, попавшего в музей.

Решение:

Средняя плотность – это отношение всей массы тела ко всему объему.

Тогда объем марсианского образца $V = m/\rho$, где $m = 20 \text{ кг}$, а $\rho = 4 \text{ г/см}^3 = 4000 \text{ кг/м}^3$ (1).

Аналогичные выражения можно записать для объема музейного куска и объема лабораторного куска:

$$V_1 = m_1/\rho_1, \text{ где } m_1 = 8 \text{ кг, а } \rho_1 \text{ – искомая величина; } (2)$$

$$V_2 = m_2/\rho_2, \text{ где } m_2 = 20 - 8 = 12 \text{ кг, а } \rho_2 = 3 \text{ г/см}^3 = 3000 \text{ кг/м}^3. (3)$$

$$\text{Так как } V = V_1 + V_2, \text{ то } m/\rho = m_1/\rho_1 + m_2/\rho_2, (4)$$

$$\text{отсюда } m_1/\rho_1 = m/\rho - m_2/\rho_2. (5)$$

Осталось выразить ρ_1 :

$$\rho_1 = m_1 / (m/\rho - m_2/\rho_2),$$

тогда

$$\rho_1 = 8 / (20/4000 - 12/3000) = 8000 \text{ кг/м}^3 = 8 \text{ г/см}^3.$$

Ответ: Средняя плотность музейного куска 8 г/см^3 .

Разбалловка:

Записано, что такое средняя плотность, и найден объем образца (1).....1 балл

Записан объем музейного куска (2)..... 1 балл

Записан объем лабораторного куска (3)1 балл

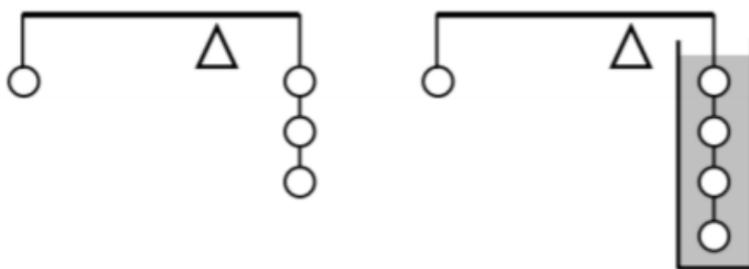
Возможные решения и разбалловка

Записана связь объемов (4).....	2 балла
Получено выражение (5)	1 балла
Выражена плотность ρ_1	2 балла
Получен верный численный ответ	2 балла

Примечание: Приведена примерная разбалловка. Участники могут решать задачу, пропуская некоторые мелкие шаги. В этом случае оценка ставится исходя из полноты объяснения выполненных действий.

Задача 3. Сложное равновесие.

В воздухе на некотором рычаге один левый шарик уравнивается тремя шариками справа. Если правый край рычага погрузить в воду, то чтобы уравновесить левый шарик нужно уже четыре шарика справа. Считая, что все шарики одинаковы, а рычаг невесомый, найдите плотность шариков. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

**Решение:**

Запишем условие равновесия рычага для первого случая, обозначив массу шарика за m , длину длинного плеча рычага за l_1 , а длину короткого плеча за l_2 . Тогда

$$mgl_1 = 3mgl_2. \quad (1)$$

Отсюда получим, что $l_1 = 3l_2$. (2)

Во втором случае на правые шарики будет действовать сила Архимеда.

Так как шарики одинаковые и полностью погружены в воду, то на каждый шарик будет действовать сила Архимеда $F_a = \rho_0 g V$, где $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды. (3)

Тогда условие равновесия рычага для второго случая запишется в следующем виде:

Возможные решения и разбалловка

$$mgl_1 = 4(mg - F_a)l_2. \quad (4)$$

$$mgl_1 = 4(mg - \rho_0 g V)l_2.$$

Выразим массу шарика через его плотность и объем:

$$m = \rho V, \quad (5)$$

подставим в предыдущее выражение:

$$\rho Vgl_1 = 4(\rho Vg - \rho_0 g V)l_2,$$

$$\rho l_1 = 4(\rho - \rho_0)l_2,$$

$$3\rho l_2 = 4\rho l_2 - 4\rho_0 l_2,$$

откуда получим, что $\rho = 4\rho_0 = 4000 \text{ кг/м}^3$.

Разбалловка:

Записано условие равновесия рычага для первого случая (1).....2 балла

Получена связь между длинами плеч (2)..... 1 балл

Указано, что на шарики будет действовать сила Архимеда (3).....1 балл

Записано условие равновесия рычага для второго случая (4)..... 2 балла

Использована связь между массой и объемом (5).....1 балл

Верные математические преобразования и численный ответ3 балла

Примечание: В случае если участник допустил ошибку в преобразованиях, которая привела к неверному численному ответу, баллы за последний этап решения (преобразования) ставятся пропорционально количеству правильно выполненных действий.

Возможные решения и разбалловка**Задача 4. Теплообмен в железном калориметре.**

Школьник Вася проводил эксперименты по теплообмену. Он взял железный калориметр массой 0,1 кг, содержащий 500 г воды при температуре 15°C. Затем Вася бросил в калориметр алюминий и свинец общей массой 0,15 кг и температурой 100°C. После установления теплового равновесия температура воды в калориметре поднялась до 17°C. Определите массы алюминия и свинца. Удельная теплоемкость свинца 126 Дж/(кг·°C), алюминия 836 Дж/(кг·°C), железа 460 Дж/(кг·°C), воды 4200 Дж/(кг·°C). Тепловыми потерями в системе пренебречь.

Решение

Запишем уравнение теплового баланса в системе «калориметр с водой + куски алюминия и свинца»: $Q_1 + Q_2 = 0$. (1)

где $Q_1 = c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} (t_2 - t_1) + c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - t_1)$ – количество теплоты, полученное калориметром с водой; $t_2 = 17^\circ\text{C}$, $t_1 = 15^\circ\text{C}$; $Q_2 = c_a m_a (t_2 - t) + c_c m_c (t_2 - t)$ – количество теплоты, отдаваемое кусками алюминия и свинца; $t = 100^\circ\text{C}$. Причем $c_{\text{ж}} = 460 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, $c_a = 836 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, $c_c = 126 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, $m_{\text{ж}} = 0,1 \text{ кг}$, $m_{\text{в}} = 0,5 \text{ кг}$, $t_1 = 15^\circ\text{C}$, $t_2 = 17^\circ\text{C}$, $t = 100^\circ\text{C}$.

Согласно условию задачи:

$$m_a + m_c = m, \quad (2)$$

где $m = 0,15 \text{ кг}$.

Подставляя в формулу (1) Q_1 и Q_2 с учетом равенства (2), получим

$$m_a = \frac{(c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} + c_{\text{в}} m_{\text{в}})(t_2 - t_1)}{(c_a - c_c)(t - t_2)} - \frac{c_c m}{c_a - c_c};$$

$$m_a = \frac{1}{c_a - c_c} \left(\frac{(c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} + c_{\text{в}} m_{\text{в}})(t_2 - t_1)}{t - t_2} - c_c m \right); \quad (3)$$

$$m_c = \frac{c_a m}{c_a - c_c} - \frac{(c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} + c_{\text{в}} m_{\text{в}})(t_2 - t_1)}{(c_a - c_c)(t - t_2)}. \quad (4)$$

Возможные решения и разбалловка

$$m_a = \frac{(460 \cdot 0,1 + 4200 \cdot 0,5)(17 - 15)}{(836 - 126)(100 - 17)} - \frac{126 \cdot 0,15}{836 - 126} = 0,046 \text{ кг};$$

$$m_c = 0,104 \text{ кг.}$$

Разбалловка

- Записано уравнение теплового баланса (формула (1)) 1 балл
- Представлены формулы для Q_1 и Q_2 и приведены пояснения для величин, входящих в эти формулы 4 балла
- Представлено соотношение (2) 1 балл
- Найдены искомые массы m_c и m_a 4 балла

Максимально возможный балл в 8 классе - 40 баллов.