

9 класс

Задача 9.1. Новые приключения Красной Шапочки.

Две трети своего пути до домика бабушки Красная Шапочка шла пешком. Оставшийся путь ей помог преодолеть Серый Волк, чья скорость была в 6 раз больше, чем скорость девочки. Определите скорости Красной Шапочки и Волка, если средняя скорость на всём пути до домика бабушки составила 6 км/ч.

Ответ: 4,3 км/ч и 26 км/ч.

Решение: Пусть s — расстояние до дома бабушки, v — скорость Красной Шапочки, $6v$ — скорость Волка, а $v_{\text{ср}}$ — средняя скорость девочки на всём пути. Красная Шапочка шла пешком в течение времени $t_1 = \frac{2s/3}{v}$, а ехала верхом на Волке в течение времени $t_2 = \frac{s/3}{6v}$. Общее время её путешествия равно $t = s/v_{\text{ср}}$. С другой стороны

$$t = t_1 + t_2 \Rightarrow \frac{s}{v_{\text{ср}}} = \frac{2s/3}{v} + \frac{s/3}{6v} \Rightarrow \frac{s}{v_{\text{ср}}} = \frac{13s}{18v} \Rightarrow v = \frac{13v_{\text{ср}}}{18} = \frac{13}{3} \frac{\text{км}}{\text{ч}} \approx 4,3 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Скорость Волка, следовательно, равна $6v = 26$ км/ч.

Критерии:

Записаны выражения для t_1 и t_2	2 балла
Записано уравнение $s/v_{\text{ср}} = \frac{2s/3}{v} + \frac{s/3}{6v}$	3 балла
Найдена скорость девочки	4 балла
Найдена скорость Волка	1 балл

Задача 9.2. На стройке.

Рабочий Василий получил задание: из четырёх одинаковых строительных блоков, лежащих на земле, сложить вертикальную стену, поставив эти блоки друг на друга. Какую минимальную работу должен совершить Василий, чтобы выполнить задание? Масса каждого блока равна 50 кг, высота — 40 см. Ускорение свободного падения принять равным 10 Н/кг.

Ответ: 1200 Дж.

Решение: Пусть h — высота блока, m — его масса. Первый блок уже стоит на земле. Чтобы поставить второй блок сверху, нужно поднять его на высоту h . Третий блок нужно поднять на высоту $2h$, четвёртый — на высоту $3h$. Таким образом, суммарная работа по подъёму блоков равна

$$A = mgh + mg \cdot 2h + mg \cdot 3h = 6mgh = 6 \cdot 50 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,4 \text{ м} = 1200 \text{ Дж}.$$

Критерии:

Найдены высоты подъёма каждого блока	4 балла
Найдена работа по подъёму каждого блока	4 балла
Найдена общая работа по подъёму	2 балла

Задача 9.3. Снег в калориметре.

В калориметр, содержащий 510 г воды при температуре 20 °С, бросили 20 г мокрого снега. Сколько воды было в снеге, если после установления теплового равновесия температура в калориметре понизилась на 3 °С? Теплоёмкостью калориметра и тепловыми потерями во время эксперимента пренебречь. Вода из калориметра не выливается. Удельная теплоёмкость воды равна 4200 Дж/(кг · °С), удельная теплота плавления льда — 340 кДж/кг.

Ответ: 5,3 г.

Решение: Мокрый снег — это смесь воды и льда (что возможно только при 0°C). Пусть m — масса льда в этой смеси. Тепло, отдаваемое остывающей водой, тратится на то, чтобы растопить этот лёд и нагреть все 20 г до 17°C . Запишем уравнение теплового баланса:

$$c_{\text{в}} \cdot 0,51 \text{ кг} \cdot 3^\circ\text{C} = \lambda m + c_{\text{в}} \cdot 0,02 \text{ кг} \cdot 17^\circ\text{C}.$$

Выражая отсюда m , получаем

$$m = \frac{c_{\text{в}}(0,51 \text{ кг} \cdot 3^\circ\text{C} - 0,02 \text{ кг} \cdot 17^\circ\text{C})}{\lambda} = \frac{4200 \cdot 1,19 \text{ Дж}}{340000 \text{ Дж/кг}} = 14,7 \text{ г}.$$

Следовательно, масса воды в мокром снеге равна $20 \text{ г} - 14,7 \text{ г} = 5,3 \text{ г}$.

Критерии:

Указана начальная температура мокрого снега	2 балла
Записано уравнение теплового баланса	4 балла
Найдена масса воды в мокром снеге	4 балла

Задача 9.4. Василий на рыбалке.

У рыбака Василия есть новая двухместная резиновая лодка. Когда Василий садится в эту лодку один, она погружается в воду на треть своего объёма. Когда вместо Василия в лодку садится его приятель, она погружается на $3/8$ своего объёма. Какова масса лодки? Какая часть объёма лодки будет погружена в воду, когда рыбаки сядут в лодку вместе? Масса Василия равна 75 кг, масса его приятеля — 90 кг.

Ответ: 45 кг; $7/12 \approx 58,3\%$.

Решение: Пусть m — масса лодки, V — её объём. Запишем условия плавания лодки в трёх случаях — когда в лодке находится Василий, его приятель и оба рыбака вместе

$$\rho_{\text{в}} g \frac{V}{3} = (m + 75 \text{ кг})g,$$

$$\rho_{\text{в}} g \frac{3V}{8} = (m + 90 \text{ кг})g,$$

$$\rho_{\text{в}} g V' = (m + 75 \text{ кг} + 90 \text{ кг})g.$$

В последнем случае V' — искомый объём погруженной части лодки в третьем случае. Из первых двух соотношений находим массу лодки

$$\frac{9}{8} = \frac{m + 90 \text{ кг}}{m + 75 \text{ кг}} \Rightarrow m = 45 \text{ кг}.$$

Поставим теперь полученное значение в первое и третье уравнение:

$$\rho_{\text{в}} g \frac{V}{3} = 120 \text{ кг} \cdot g,$$

$$\rho_{\text{в}} g V' = 210 \text{ кг} \cdot g.$$

Поделив их почленно друг на друга, находим

$$\frac{3V'}{V} = \frac{210}{120} \Rightarrow \frac{V'}{V} = \frac{7}{12}.$$

Таким образом, если в лодке сидят оба рыбака, лодка будет погружена на $7/12$ своего объёма или на $58,3\%$.

Критерии:

Условие плавания, когда в лодке Василий	2 балла
Условие плавания, когда в лодке его приятель	2 балла
Условие плавания, когда в лодке оба рыбака	2 балла
Найдена масса лодки	2 балла
Найдена доля объёма, погруженного в воду в третьем случае	2 балла

Задача 9.5. Показания амперметров.

В цепи, изображённой на рис. 9.1, напряжение на выводах источника равно $U = 1,7$ В, а амперметр A_2 показывает значение 200 мА. Какое значение в этом случае должен показывать амперметр A_1 ? Определите сопротивление резистора R . Амперметры считать идеальными.

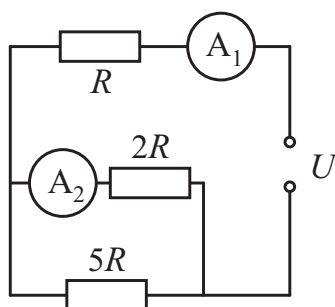


Рис. 9.1.

Ответ: 280 мА; 2,5 Ом.

Решение: Пусть I_1 — сила тока, текущего через резистор $2R$ и амперметр A_2 , а I_2 — сила тока, текущего через резистор $5R$. Резисторы $2R$ и $5R$ соединены параллельно, поэтому напряжение на них одинаковое:

$$I_1 \cdot 2R = I_2 \cdot 5R \Rightarrow I_2 = \frac{2I_1}{5} = 80 \text{ мА}.$$

Отсюда находим ток I , идущий через амперметр A_1 и резистор R

$$I = I_1 + I_2 = 280 \text{ мА}.$$

Напряжение на источнике складывается из напряжений на резисторе R и напряжении на параллельном соединении:

$$U = IR + I_1 \cdot 2R = (I + 2I_1)R.$$

Используя это, получим значение сопротивления R

$$R = \frac{U}{I + 2I_1} = \frac{1,7 \text{ В}}{280 \text{ мА} + 400 \text{ мА}} = 2,5 \text{ Ом}.$$

Критерии:

Найдена сила тока через резистор $5R$	2 балла
Найдено значение силы тока через амперметр A_1	2 балла
Записана связь между напряжениями в цепи напряжением на источнике	3 балла
Найдено значение сопротивления R	3 балла