

9 класс

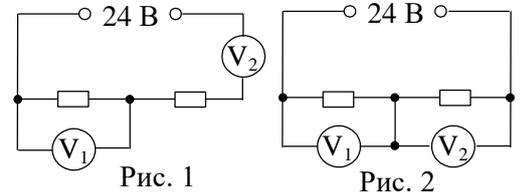
1. (40 баллов) При взрыве гранаты на поверхности земли осколки полетели во все стороны с одинаковой скоростью V_0 . Граница области поражения осколками движется по поверхности земли вначале от точки взрыва, затем в обратном направлении. Во сколько раз средняя скорость границы на этапе ее удаления от точки взрыва меньше средней скорости границы на этапе приближения к этой точке?

Ответ: В $\frac{1}{\sqrt{2}-1} \approx 2,5$ раза.

Решение: Движение границы от точки взрыва обеспечивается осколками, вылетевшими из точки взрыва под углами, меньшими 45° (чем больше угол вылета такого осколка, тем больше время его полета и тем дальше от точки взрыва он падает). Движение границы в обратном направлении обеспечивается осколками, вылетевшими под углами, большими 45° (чем больше угол вылета такого осколка, тем больше время его полета и тем ближе к точке взрыва он падает). Поскольку граница проходит одно и то же расстояние в обоих направлениях, отношение средних скоростей ее движения равно обратному отношению времен выпадения осколков, вылетевших под углами, меньшими и большими 45° . Время движения границы от точки взрыва равно времени полета осколка, вылетевшего под углом 45° , т.е. $2V_0 \sin 45^\circ / g = \sqrt{2} V_0 / g$. Время движения границы в обратном направлении равно разности времен полета осколков, вылетевших под углами 90° и 45° , т.е. $(2 - \sqrt{2}) V_0 / g$. Отсюда находим искомое отношение.

Разбалловка: Понято, что движение границы от точки взрыва обеспечивается осколками, вылетевшими под углами, меньшими 45° - 5 баллов
 Найдено время движения границы от точки взрыва - 10 баллов
 Понято, что движение границы к точке взрыва обеспечивается осколками, вылетевшими под углами, большими 45° - 5 баллов
 Найдено время движения границы в обратном направлении - 10 баллов
 Найдено искомое отношение - 10 баллов

2. (30 баллов) В приведенной на рисунке 1 схеме сопротивления резисторов одинаковы, напряжение источника равно 24 В и каждый из вольтметров показывает 6 В. Какими будут показания вольтметров, если их включить так, как показано на рисунке 2?

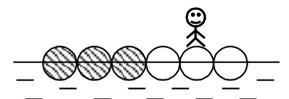


Ответ: Вольтметр V_1 покажет 14,4 В, вольтметр V_2 покажет 9,6 В.

Решение: Обозначим сопротивление резистора через R . В схеме на рис. 1 на резисторе, включенном между двумя вольтметрами, напряжение равно $24 - 6 - 6 = 12$ В. Поскольку через этот резистор идет такой же ток, как через вольтметр V_2 и соединенные параллельно друг другу другой резистор и вольтметр V_1 , можно заключить, что сопротивление вольтметра V_1 равно R , а сопротивление вольтметра V_2 равно $R/2$. На рис. 2 в цепь последовательно включены два составных элемента - вольтметр V_1 с параллельно включенным резистором (общее сопротивление этого элемента равно $R/2$) и вольтметр V_2 с параллельно включенным резистором (общее сопротивление этого элемента равно $R/3$). Напряжение источника делится на этих элементах пропорционально их общим сопротивлениям: $V_1 : V_2 = 3 : 2$ и составляет 14,4 и 9,6 В.

Разбалловка: Сопротивление вольтметра V_2 выражено через сопротивление резистора - 10 баллов
 Сопротивление вольтметра V_1 выражено через сопротивление резистора - 10 баллов
 Найдены искомые показания вольтметров - по 5 баллов

3. (30 баллов) Плот является жесткой конструкцией из шести бревен одинаковой длины и диаметра: трех - из дерева одной плотности (заштрихованы на рисунке) и трех - из дерева другой плотности (не заштрихованы). Когда человек стоит на втором бревне с краю, плот занимает горизонтальное положение, и каждое бревно погружено в воду до половины (см. рисунок). То же бревно, взятое отдельно от плота, удерживает стоя-



щего на нем человека, полностью погрузившись в воду. Во сколько раз масса плота больше массы человека (15 баллов)? Чему равно отношение плотностей дерева, из которого сделан плот (15 баллов)?

Ответ: Отношение плотностей равно 2. Масса плота в 3 раза больше массы человека.

Решение: Незаштрихованные бревна, очевидно, сделаны из дерева меньшей плотности. Обозначим массу заштрихованного бревна через M , незаштрихованного – через m , а массу человека через m_0 . Запишем условие плавания плота с человеком

$$(3M + 3m + m_0)g = 6F_A/2, \quad (1)$$

и условие удержания человека полностью погруженным бревном

$$(m + m_0)g = F_A. \quad (2)$$

В формулах (1), (2) g – ускорение свободного падения, а F_A – сила Архимеда, действующая на полностью погруженное бревно. Запишем далее равенство нулю суммы моментов действующих на плот сил (плот находится в равновесии). Это равенство удобно писать относительно центра плота, поскольку действующая на плот сила Архимеда равномерно распределена по плоту (все бревна погружены одинаково) и момент этой силы относительно центра плота равен нулю. Учитывая также, что человек давит на плот с силой m_0g , получаем

$$3Mg - (3m + m_0)g = 0. \quad (3)$$

Из уравнений (1), (2) и (3) находим, что $M/m = 2$ и $(3M + 3m)/m_0 = 3$. Поскольку бревна имеют одинаковый объем, отношение плотностей дерева равно отношению масс бревен.

Возможно другое решение, основанное на том, что половинки плота не действуют друг на друга (иначе был бы перекосяк плота).

Разбалловка: Записано условие плавания плота с человеком
и условие удержания человека одним бревном – 5 баллов
Записано уравнение моментов – 5 баллов
Найдено отношение масс плота и человека – 10 баллов
Найдено отношение плотностей дерева – 10 баллов