

## 9 класс

**Задание 1.** Пассажир, вышедший на перрон, увидел, что предпоследний вагон прошел мимо него за интервал времени  $t_1 = 10$  с, а последний прошел мимо него за интервал времени  $t_2 = 8$  с. Чему равен интервал времени между моментом отправления поезда и моментом выхода пассажира на перрон.

**Решение.**

Ускорение поезда  $a = const$ . Пусть время между моментом отправления поезда и моментом выхода пассажира на перрон равно  $\tau$ , тогда скорость поезда в момент выхода пассажира на перрон равна:

$$v_1 = a\tau.$$

Следовательно, для расстояния, равного длине предпоследнего вагона имеем:

$$L = v_1 t_1 + \frac{at_1^2}{2} = a\tau t_1 + \frac{at_1^2}{2}$$

Скорость поезда в момент, когда мимо пассажира проходит начало последнего вагона равна:

$$v_2 = a(\tau + t_1)$$

Следовательно, для расстояния, равного длине последнего вагона имеем:

$$L = v_2 t_2 + \frac{at_2^2}{2} = a(\tau + t_1)t_2 + \frac{at_2^2}{2}$$

Так как длины вагонов одинаковые, то получим:

$$a\tau t_1 + \frac{at_1^2}{2} = a(\tau + t_1)t_2 + \frac{at_2^2}{2}$$

Отсюда для времени между моментом отправления поезда и моментом выхода пассажира на перрон равно  $\tau$ :

$$\tau = \frac{t_1^2 + 2t_1 t_2 - t_2^2}{2(t_1 - t_2)} = 31 \text{ с.}$$

**Ответ:** 31 с.

**Задание 2.** К водопроводному крану-смесителю в ванной подходят две трубы с горячей и холодной водой с площадью поперечного сечения  $S_0 = 5 \text{ см}^2$  каждая. Сам кран на выходе имеет площадь поперечного сечения  $S = 7 \text{ см}^2$ . Известно, что температура горячей воды  $t_r = 60^\circ\text{C}$ , а температура холодной воды  $t_x = 10^\circ\text{C}$ . Краны на смесителе позволяют регулировать скорость течения горячей и холодной воды соответственно. Какую скорость течения горячей  $v_r$  и холодной воды  $v_x$  необходимо установить, что бы из крана вытекала вода температурой  $t = 30^\circ\text{C}$  со скоростью  $2 \text{ м/с}$ ?

**Решение.**

Из крана должна вытекать вода температурой  $t = 30^\circ\text{C}$ , поэтому:

$$cm_r(t_r - t) = cm_x(t_x - t) \quad (1)$$

Из (1) получим

$$m_r = \frac{2}{3}m_x \quad (2)$$

За единицу времени из смесителя будет вытекать

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\Delta m_r}{\Delta t} + \frac{\Delta m_x}{\Delta t} \quad (3)$$

Соотношение (3) можно переписать в следующем виде:

$$\rho S v = \rho S_{\Gamma} v_{\Gamma} + \rho S_x v_x \quad (4)$$

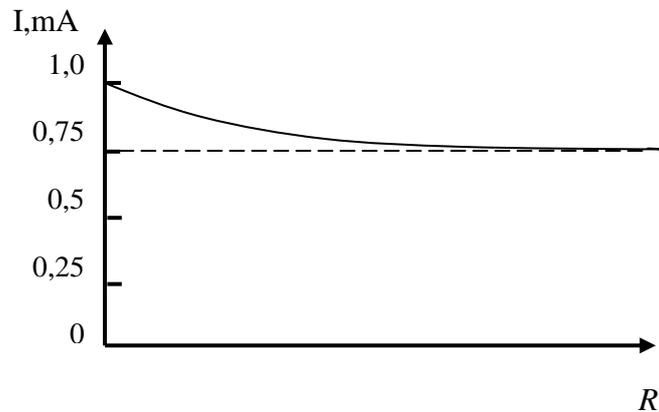
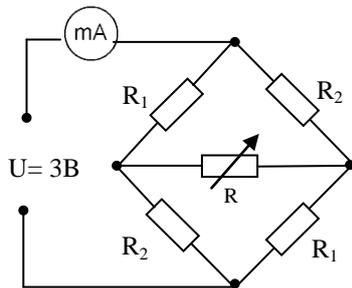
С учетом (2) получим

$$\frac{5}{3} S_x v_x = S v$$

Тогда  $v_x = 1,68$  м/с и  $v_{\Gamma} = 1,12$  м/с

Ответ:  $v_x = 1,68$  м/с,  $v_{\Gamma} = 1,12$  м/с.

**Задание 3.** Электрическая цепь, изображённая на левом рисунке, состоит из источника постоянного напряжения  $U = 3$  В, миллиамперметра с очень маленьким внутренним сопротивлением, четырёх постоянных резисторов и одного переменного. На правом рисунке приведён график зависимости показаний миллиамперметра от величины сопротивления переменного резистора  $R$ . Найдите величины сопротивлений постоянных резисторов  $R_1$  и  $R_2$ .



**Решение.**

При  $R = 0$  сопротивление схемы равно:

$$r_1 = \frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ и ток миллиамперметра равен } I_1 = \frac{U(R_1 + R_2)}{2R_1 R_2}$$

При очень большом сопротивлении  $R$  его можно убрать из схемы и сопротивление схемы будет равно:

$$r_2 = \frac{R_1 + R_2}{2} \text{ и ток миллиамперметра равен } I_2 = \frac{2U}{R_1 + R_2}$$

Исключив  $R_2$ , получим:

$$R_1 = \frac{U}{I_1 I_2} (I_1 \pm \sqrt{I_1(I_1 - I_2)}) \quad R_2 = \frac{2U}{I_2} - R_1 = \frac{U}{I_1 I_2} (I_1 \mp \sqrt{I_1(I_1 - I_2)})$$

Из графика  $I_1 = 1 \cdot 10^{-3}$  А,  $I_2 = 0,75 \cdot 10^{-3}$  А, тогда  $R_1 = 6$  кОм,  $R_2 = 2$  кОм  
Либо наоборот  $R_1 = 2$  кОм,  $R_2 = 6$  кОм.

Ответ:  $R_1 = 6$  кОм,  $R_2 = 2$  кОм или наоборот,  $R_1 = 2$  кОм,  $R_2 = 6$  кОм.

**Задание 4.** Любопытный электрик Вольтик изготовил хитрую схему из двух одинаковых вольтметров и амперметра (см. рис.1). Подсоединяя батарейку с напряжением  $U_0 = 3$  В с припаянным резистором (рис.2) к схеме сначала к точкам 1 и 2 (точку А к 1, точку В к 2), Вольтик увидел, что амперметр показал ток 3,00 мА, а нижний вольтметр – 2,94 В. Затем неутомимый Вольтик подключил батарейку с резистором к выводам 1-3 и показания амперметра стали равны

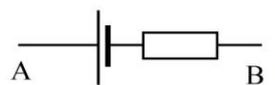
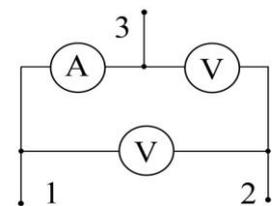


рис.2

33,25 мА, а нижнего вольтметра – 1,33 В. Чему равно сопротивление резистора, припаянного к батарее, и сопротивления измерительных приборов?

**Решение.**

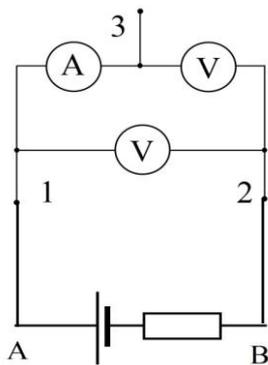


рис.3

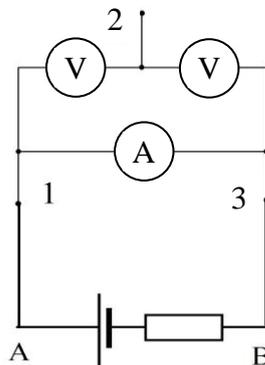


рис.4

Эквивалентные схемы подключения представлены на рис.3 и рис.4 для первого и второго случаев, соответственно.

Для схемы на рис.3 имеем:

$$U_{V1} = I_{A1}(R_A + R_V)$$

подставив значения, получим:

$$R_A + R_V = \frac{U_{V1}}{I_{A1}} = \frac{2,94B}{3 \cdot 10^{-3} A} = 980 \text{ Ом}$$

Для схемы на рис.4 имеем:

$$U_{13} = 2U_{V2} = 2,66B \quad I_{A2} = \frac{U_{13}}{R_A} \quad R_A = \frac{2,66}{33,25 \cdot 10^{-3}} = 80 \text{ Ом}$$

следовательно,  $R_V = 900 \text{ Ом}$ .

Для тока через вольтметры

$$I_{V2} = \frac{U_{13}}{2R_V} = \frac{2,66B}{1800 \text{ Ом}} = 1,48 \text{ мА}$$

Полный ток в цепи  $I_0 = 33,25 \text{ мА} + 1,48 \text{ мА} = 34,73 \text{ мА}$

$$R = \frac{U_0 - U_{13}}{I_0} = \frac{0,34B}{34,73 \cdot 10^{-3} A} = 9,8 \text{ Ом}$$

**Ответ:**  $R = 9,8 \text{ Ом}$ ,  $R_A = 80 \text{ Ом}$ ,  $R_V = 900 \text{ Ом}$

**Задание 5.** Действительное изображение предмета, полученное с помощью собирающей линзы, находится от нее на расстоянии 8 см. Если собирающую линзу заменить рассеивающей с таким же по величине фокусным расстоянием, то мнимое изображение этого предмета будет отстоять от линзы на 2 см. Найдите абсолютную величину фокусного расстояния линз.

***Решение.***

Обозначим:

расстояние от предмета до линзы через  $a$

расстояние от линзы до изображения через  $b$ .

Для первой линзы имеем

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b_1} \quad (1)$$

Для второй линзы

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b_2} \quad (2)$$

Вычтем (2) из (1)

$$\frac{2}{F} = \frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2}$$

Тогда

$$F = \frac{b_1 b_2}{b_1 + b_2} = 3,2 \text{ см}$$

*Ответ:*  $F=3,2 \text{ см}$