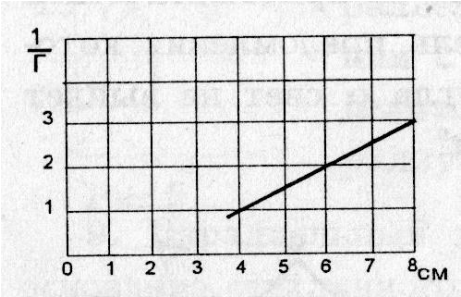
9 класс, вариант 3

1. Экспериментально определенная зависимость между величиной, обратной увеличению тонкой собирающей линзы, и расстоянием от линзы до объекта показана на рисунке. Определите фокусное расстояние линзы.



Решение

Из графика видно, что увеличение, равное единице, достигается при расстоянии 4 см, что соответствует двойному фокусному расстоянию. Значит, фокусное расстояние линзы равно 2 см.

2. Вертикальная гладкая массивная плита движется горизонтально со скоростью u. Летящий в горизонтальной плоскости со скоростью V_0 шарик упруго соударяется с плитой. Направление полета шарика составляет угол α с перпендикуляром к плите. Считая, что плита не изменила своей скорости, найдите скорость шарика сразу после соударения с плитой. Силой тяжести пренебречь.

Решение

В системе отсчета, связанной с плитой, после соударения параллельная плите составляющая скорости равна $V_0\sin\alpha$, перпендикулярная – равна $V_0\cos\alpha$. Переходя в систему отсчета, связанную с Землей, получим

$$V = \sqrt{(V_0 \sin\alpha)^2 + (V_0 \cos\alpha + u)^2} = V = \sqrt{V_0^2 + 4V_0 u \cos\alpha + 4u^2}$$

3. Глубину колодца хотят измерить с относительной погрешностью 5 %, бросая камень и измеряя время τ, через которое будет слышен звук падения. Начиная с каких значений τ необходимо учитывать время распространения звука? Скорость звука в воздухе принять 340 м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Решение

С учетом времени прохождения звука измеренное время будет

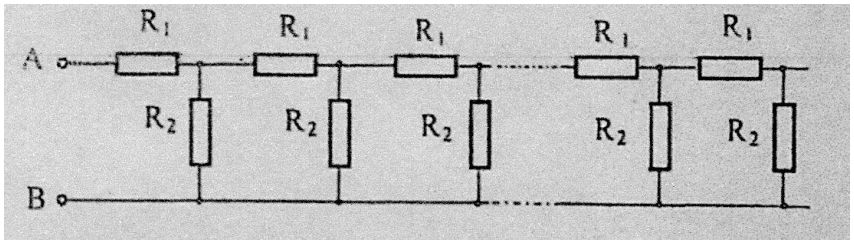
$$\tau = \frac{h}{u} + \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Относительная погрешность

$$\delta = \frac{\frac{g\tau^2}{2} - h}{h}$$

Подставляя последнее выражение в первое, получим

$$\tau = \frac{2u\left(1-\sqrt{1-\delta}\right)}{1-\delta} \approx 1{,}85 \text{ с}$$



4. Дана цепь, составленная из бесконечного числа повторяющихся секций резисторами, имеющими сопротивления R_1 = 4 Ом и R_2 = 8 Ом. Найдите сопротивление между точками А и В.

Решение

Цепь состоит из бесконечного количества звеньев R_1R_2. Удаление одного звена не изменяет полного сопротивления цепи. Поэтому можно записать для сопротивления всей цепи:

$$r = R_1 + \frac{R_2 r}{R_2 + r}$$

Решая это уравнение относительно r, получим

$$r = \frac{-R_2 + \sqrt{{R_2}^2 - R_1R_2}}{2} = 8 \text{ Ом}$$

5. Тело массой 0,5 кг начинает падать с высоты 40 м, имея нулевую начальную скорость, и в последнюю секунду проходит 36 % всего пути. Определите среднюю силу сопротивления воздуха.

Решение

Считая силу сопротивления постоянной, также будем считать движение равноускоренным.

$$H(1-\eta) = \frac{a(t-\tau)^2}{2}$$

$$H = \frac{at^2}{2}$$

$$a = g - \frac{F_c}{m}$$

Решая полученную систему уравнений, получим значение силы сопротивления, равное 3,3 Н

6. Из одной точки, находящейся на некоторой высоте над поверхностью земли, горизонтально в противоположных направлениях бросают два тела со скоростями V_1 = 40 м/с и V_2 = 30 м/с. Найдите их относительную скорость в момент времени t. Считайте, что за это время тела не упали на поверхность.

Решение

Вертикальная проекция относительной скорости равно нулю, а горизонтальная – 70 м/с.