

## 11 класс

**Задача 11-1. Подтягивание.** Сила перестала изменяться после перемещения конца пружины на 5 см. Значит, дальше брусок скользит. Отсюда

$$\mu = \frac{F}{N} = \frac{F}{mg} = \frac{10 \text{ Н}}{20 \text{ Н}} = 0.5.$$

$$k = \frac{F}{x} = \frac{10 \text{ Н}}{0.05 \text{ м}} = 200 \text{ Н/м}.$$

**Задача 11-2. Реактивная горка.** Ускорение гладкой шайбы в направлении, перпендикулярном поверхности горки, равно нулю. Значит, сила реакции опоры, действующая на шайбу

$$N = mg \cos(\alpha).$$

С такой же силой, направленной перпендикулярно поверхности горки, гладкая шайба давит на горку.

Чтобы горка продолжала двигаться без ускорения, горизонтальную составляющую этой силы придется компенсировать внешней силой

$$F = N \sin(\alpha) = mg \cos(\alpha) \sin(\alpha).$$

Длина наклонной части горки  $L = h/\sin(\alpha)$ , ускорение гладкой шайбы  $a = g \sin(\alpha)$ . Следовательно, время движения шайбы по наклонной поверхности

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \frac{1}{\sin(\alpha)} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Работа силы

$$A = Fs = Fvt = mgv \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \cos(\alpha).$$

**Задача 11-3. Автомобилист.** После достижения максимальной скорости ускорение автомобиля равно нулю. Значит, сила, толкающая автомобиль вперед (сила тяги), равна силе сопротивления воздуха. Поскольку мощность  $N = Fv$ ,

$$F_{\text{сопр}} = \frac{N}{v} = \frac{59 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{40 \text{ м/с}} \approx 1.5 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Замедление автомобиля (отрицательное ускорение)

$$a = \frac{F_{\text{сопр}}}{m} \approx 1 \text{ м/с}^2.$$

**Задача 11-4. Объем газа.** Поскольку и масса газа и его плотность известны, то

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{2 \text{ кг/м}^3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ответ не зависит от среднеквадратичной скорости молекул (до тех пор, пока гелий остается газом.) При указанной скорости гелий – газ!

**Задача 11-5. Электрический мост с конденсаторами.** После замыкания ключа  $K_1$  конденсатор  $C_1$  начнет заряжаться через вольтметр  $V$ . Зарядка прекратится тогда, когда ток через вольтметр обратится в ноль. После этого вольтметр будет показывать напряжение  $V = 0$ .

После замыкания ключа  $K_2$  **идеальный вольтметр** показал бы ненулевое напряжение, которое можно найти из условий

$$V = E_2 - \frac{q}{c_2},$$

$$V = \frac{q}{c_1} + E_1,$$

из которых получается, что

$$V = \frac{E_1 C_1 + E_2 C_2}{C_1 + C_2}$$

Но в нашем реальном мире вольтметры реальные, и через них течет ток. В установившемся режиме постоянно ток течь не может, так как в схеме нет замкнутой электрической цепи – везде «по дороге» попадает конденсатор. Значит, после установления равновесия напряжение на вольтметре равно нулю.

В установившемся режиме вольтметр покажет  $V = 0$ .

**Задача 11-6. Наибольшая температура.** Из уравнения состояния

$$PV = RT$$

и условия задачи

$$P = P_0 \cdot \left(1 - \frac{V}{V_0}\right)$$

сразу получаем

$$T = \frac{P_0 V_0}{R} \left(1 - \frac{V}{V_0}\right) \frac{V}{V_0} = \frac{P_0 V_0}{R} (x - x^2),$$

где  $x = V/V_0$ . Это выражение имеет максимум при  $x = 1/2$ . Отсюда

$$T = \frac{P_0 V_0}{4R}.$$