

$$\boxed{h_0 = \frac{H}{2} = 2,5\text{ м}}, \text{ при этом } \boxed{S_{\max} = H = 5,0\text{ м}}.$$

2. При вращении кинетическая энергия шара вследствие работы сил трения перейдет в тепловую. Работа сил трения может быть рассчитана по формуле

$$A = FV_{cp}t, \quad (1)$$

где F - сумма модулей сил трения, действующих на отдельные участки линии соприкосновения шара и плиты;

$V_{cp} = \frac{\omega_0 r}{2}$ - средняя скорость движения точек соприкосновения, ω_0 - начальная угловая скорость вращения (так как все силы действующие на шарик постоянны, то его движение будет равнозамедленным, следовательно средняя скорость до остановки равна половине начальной); t - время движения. Величину F найдем по закону Кулона-Амонтона

$$F = \mu N, \quad (2)$$

где N - суммарная сила нормальной реакции плиты, действующей на шарик. Так как центр масс шарика покоится, сила тяжести уравнивается вертикальной составляющей сил реакции

$$mg = N \cos \alpha = N \frac{\sqrt{R^2 - r^2}}{R}, \quad (3)$$

откуда следует

$$N = mg \frac{R}{\sqrt{R^2 - r^2}}. \quad (4)$$

Подставив выражения (2)-(4) в формулу (1), получим

$$A = \mu mg \frac{R}{\sqrt{R^2 - r^2}} \cdot \frac{\omega_0 r}{2} t. \quad (5)$$

Начальные скорости вращения шарика в обоих случаях равны, поэтому равны и его кинетические энергии, следовательно, равны и работы сил трения. Таким образом, из уравнения (5) следует соотношение

$$\frac{r_1 t_1}{\sqrt{R^2 - r_1^2}} = \frac{r_2 t_2}{\sqrt{R^2 - r_2^2}}, \quad (6)$$

из которого находим окончательный ответ задачи



$$t_2 = \frac{r_1 \sqrt{R^2 - r_2^2}}{r_2 \sqrt{R^2 - r_1^2}} t_1 \approx 2lc.$$

3. Так как самодельный термометр работает на принципе теплового расширения жидкости, то его шкала в заданном диапазоне температур линейна. Следовательно, истинная температура, которую мы обозначим τ , связана с показанием термометра t линейным соотношением

$$\tau = a + bt, \quad (1)$$

где a, b - постоянные величины, которые легко найти из двух известных температур плавления льда и кипения воды с соответствующих показаний термометра :

$$\begin{aligned} \tau_0 &= a + bt_0 \\ \tau_1 &= a + bt_1 \end{aligned} \quad (2)$$

здесь $\tau_0 = 0^\circ \text{C}$ - температура плавления льда, $\tau_1 = 100^\circ \text{C}$ - температура кипения воды. Из системы уравнений (2) находим параметры формулы (1):

$$b = \frac{\tau_1 - \tau_0}{t_1 - t_0} \approx 1,11 \quad ; \quad a = \frac{\tau_0 t_1 - \tau_1 t_0}{t_1 - t_0} \approx -5,56.$$

Следовательно истинная температура воздуха в комнате

$$\tau = a + bt \approx 22^\circ \text{C}.$$

4. Наиболее простой способ решения данной задачи - воспользоваться аналогией между законом движения жидкости по трубе и законами постоянного тока. Действительно, если заменить среднюю скорость движения жидкости (и пропорциональный ей расход) на силу тока, разность давлений на электрическое напряжение, а величину $\frac{l}{\lambda S}$ на электрическое сопротивление, то из уравнения для расхода жидкости получим закон Ома для участка цепи $I = \frac{U}{R}$. Сопротивление цепи, аналогичной прямой трубе определяется формулой

$$R_0 = \frac{l}{\lambda S}. \quad (1)$$

А сопротивление цепи, аналогичной системе труб с врезанным кольцом, рассчитаем с использованием законов последовательного и параллельного соединения проводников: