



**Физика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)**  
**Решение задачи 7. Платиновый резистор**

1. Сопротивление нанонити можно рассчитать по формуле

$$R = \frac{\rho_e L}{S},$$

где  $\rho_e$  – удельное сопротивление (Ом·м),  $L$  – длина нити (м),  $S$  – площадь её поперечного сечения (м<sup>2</sup>). Следовательно,

$$R = \frac{1,07 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{ м} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{\pi \cdot \left(\frac{50}{2} \cdot 10^{-9} \text{ м}\right)^2} \approx 5450 \text{ Ом} \approx 5,5 \text{ кОм}$$

2. Отношение длин германиевого резистора и платиновой нанонити равно

$$L = \frac{RS}{\rho_e}$$

$$\frac{L_{\text{Ge}}}{L_{\text{Pt}}} = \frac{R_{\text{Ge}} S_{\text{Ge}} \rho_{e,\text{Pt}}}{\rho_{e,\text{Ge}} R_{\text{Pt}} S_{\text{Pt}}}$$

Так как их сопротивления должны быть равны ( $R_{\text{Ge}} = R_{\text{Pt}}$ ), отношение можно рассчитать по формуле

$$\frac{L_{\text{Ge}}}{L_{\text{Pt}}} = \frac{S_{\text{Ge}} \rho_{e,\text{Pt}}}{\rho_{e,\text{Ge}} S_{\text{Pt}}}$$

$$\frac{L_{\text{Ge}}}{L_{\text{Pt}}} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{1 \cdot 10^{-3}}{2} \text{ м}\right)^2 \cdot 1,07 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{ м}}{\pi \cdot \left(\frac{50 \cdot 10^{-9}}{2} \text{ м}\right)^2 \cdot 0,5 \text{ Ом} \cdot \text{ м}} = 85,6$$

3. Согласно закону Джоуля-Ленца, при прохождении тока через резистор в течение времени  $t$  на нём выделяется тепло:

$$Q = I^2 R t,$$

где  $I$  – сила тока (А),  $R$  – сопротивление резистора (Ом),  $t$  – время (с).

Если считать, что всё выделяемое тепло идёт на нагрев нанонити, то через время  $t$  её температура изменится в соответствии с выражением

$$Q = cm \cdot \Delta T,$$

где  $c$  – теплоёмкость платины (Дж/(кг·К)),  $m$  – масса нанонити (кг),  $\Delta T$  – изменение температуры (К).

Следовательно,

$$I^2 R t = c m \cdot \Delta T$$

$$I = \sqrt{\frac{c m}{R} \cdot \frac{\Delta T}{t}}$$

$$I = \sqrt{\frac{c V \rho}{R} \cdot \frac{\Delta T}{t}}$$

$$I = \sqrt{\frac{c L \cdot \pi r^2 \cdot \rho}{R} \cdot \frac{\Delta T}{t}}$$

$$I = \sqrt{\frac{132,6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot \pi \cdot \left(\frac{50 \cdot 10^{-9} \text{м}}{2}\right)^2 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{м} \cdot 21500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9 \frac{\text{К}}{\text{с}}}{5450 \text{ Ом}}} \approx 3 \cdot 10^{-8} \text{А} = 30 \text{ нА.}$$