



**Физика для школьников 7 – 11 класса (отборочный этап)**  
**Решение задачи 10. «Эффект миража»**

1.

$$\Delta x = d(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha_0) \approx d(\sin\alpha - \sin\alpha_0)$$

Закон Снеллиуса:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\alpha_0} = \frac{n_0}{n}$$

$$\sin\alpha = \sin\alpha_0 \cdot \frac{n_0}{n}$$

$$\Delta x = d \left( \sin\alpha_0 \cdot \frac{n_0}{n} - \sin\alpha_0 \right) = d \sin\alpha_0 \frac{n_0 - n}{n}$$

$$n = n_0 - a(T - T_0)$$

$$\Delta x = d \sin\alpha_0 \frac{a(T - T_0)}{n_0 - a(T - T_0)} \approx d \alpha_0 \frac{a(T - T_0)}{n_0 - a(T - T_0)}$$

$$\Delta x = 1 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{0,9 \cdot 10^{-4} \cdot 90}{1,333 - 0,9 \cdot 10^{-4} \cdot 90} \approx 1 \text{ мкм}$$

2.

$$\Delta x = 1 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{4,3 \cdot 10^{-4} \cdot 90}{1,3284 - 4,3 \cdot 10^{-4} \cdot 90} \approx 5 \text{ мкм}$$

3. Воду использовать нельзя, так как смещение луча на  $\Delta x = 1$  мкм меньше размера пикселя в матрице детектора, и оно может быть не зарегистрировано.

Метанол использовать можно благодаря тому, что в этом случае смещение луча  $\Delta x = 5$  мкм в 2 раза превышает размер пикселя в матрице.