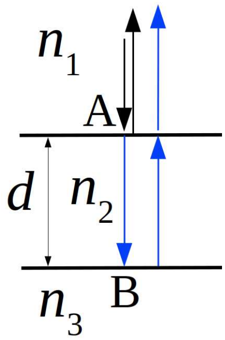
Ложный след при анализе интерференции в тонких пленках.

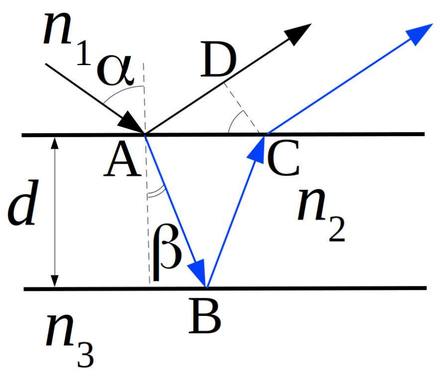


Условие на максимум отражения от тонкой пленки с показателеи преломления n_2 $(n_1 < n_2 < n_3)$ при нормальном падении

$$2d \cdot n_2 = m\lambda_0.$$

При наклонном падении, казалось бы, единственное изменение состоит в том, что увеличивается оптическая длина пути в пленке (см. рисунок):

$$2d \to 2AB = \frac{2d}{\cos\beta},$$



и тогда условие на максимум отражения

$$2\frac{d \cdot n_2}{\cos\beta} = m\lambda_0, \quad d = \frac{m\lambda_0 \cos\beta}{2n_2} \text{ -- неверно!}$$

В действительности

$$d = \frac{m\lambda_0}{2n_2\cos\beta}.$$

Дело в том, что интерференция волн, отраженных от верхней и нижней границ пленки, происходит на фронте плоской волны. В случае наклонного падения на фронте отраженной волны оказываются не точки A и C, а D и C (см. рисунок). Тогда разность фаз рассчитывается следующим образом:

$$\Delta\phi_{AD} = k_1 AD = k_1 AC \sin\alpha = k_1 AC\tfrac{n_2}{n_1}\sin\beta,$$

$$\Delta\phi_{AC} = 2k_2 AB = k_2\tfrac{AC}{\sin\beta} = k_1\tfrac{n_2 AC}{n_1 \sin\beta},$$

$$\Delta\phi_{CD} = \Delta\phi_{AC} - \Delta\phi_{AD} = k_1\tfrac{n_2 AC}{n_1}\left(\tfrac{1}{\sin\beta} - \sin\beta\right) = k_1\tfrac{2n_2 d \,\mathrm{tg}\,\beta}{n_1} \cdot \tfrac{1-\sin^2\beta}{\sin\beta} = \tfrac{2k_1 n_2 d\cos^2\beta}{n_1\cos\beta} = \tfrac{2k_1 n_2 d}{n_1}\cos\beta.$$

Получается условие на максимум

$$\Delta\phi_{CD} = \frac{2k_1 n_2 d}{n_1}\cos\beta = 2\pi m \;\Rightarrow\; d = \frac{2\pi m n_1}{2k_1 n_2\cos\beta} = \frac{2\pi m\lambda_0}{2\cdot 2\pi n_2\cos\beta} = \frac{m\lambda_0}{2n_2\cos\beta},$$

где $\lambda_0 = \frac{2\pi}{k_0} = \frac{2\pi c}{\omega}$ – длина волны в вакууме.