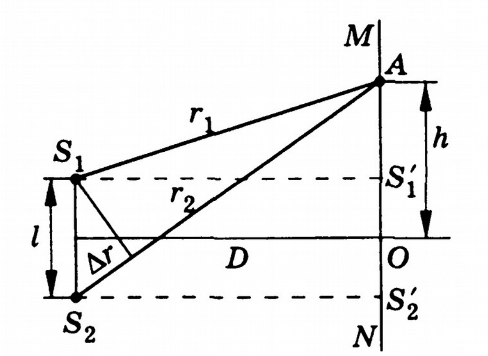
Интерференция света

Интерференция — перераспределение интенсивности света в результате наложения нескольких световых волн.

Условие интерференции — волны должны быть когерентны (согласованы).

Сложение двух монохроматических волн



Пусть свет распространяется от двух точечных источников на расстоянии l. Экран на расстоянии $D \gg l$.

В точке А на экране амплитуды практически равны, одинаковые частоты.

Запишем уравнения бегущей сферической волны: ($k=\frac{2\pi}{\lambda}$)

$$E_1=E_0\cos(\omega t-k r_1)$$
$$E_2=E_0\cos(\omega t-k r_2)$$

$$\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2;\ E=E_1+E_2=E_0\left(\cos(\omega t-k r_1)+\cos(\omega t-k r_2)\right)=2E_0\cos\left(\omega t-\frac{k(r_2-r_1)}{2}\right)\cdot\cos\left(\frac{k(r_2-r_1)}{2}\right)$$

$$E(A)=2E_0\cos\left(\frac{k(r_2-r_1)}{2}\right) \qquad I(A)=4I_0\cos^2\left(\frac{k(r_2-r_1)}{2}\right)$$

$$I(A)=\frac{c\,\varepsilon\,\varepsilon_0}{2}E^2$$

$$I(A)=I_{max}\Rightarrow\cos\left(\frac{k(r_2-r_1)}{2}\right)=\pm1\ \Rightarrow\ \frac{k(r_2-r_1)}{2}=\pi n\Rightarrow r_2-r_1=\lambda n,\ n\in\mathbb{Z}$$

$$I(A)=I_{min}\Rightarrow\cos\left(\frac{k(r_2-r_1)}{2}\right)=0\ \Rightarrow\ r_2-r_1=\frac{\lambda}{2}(2n+1),\ n\in\mathbb{Z}$$

Геометрическая разность хода

$$\Delta=r_2-r_1$$
$$\Delta=\lambda k$$
$$\Delta=\frac{\lambda}{2}(2k+1),\quad k\in\mathbb{Z}$$

Оптическая разность хода

$$\sigma=n_2 r_2-n_1 r_1$$

Положение точек максимума и минимума на экране

$$r_1^2=l^2+\left(h_k-\tfrac{l}{2}\right)^2$$
$$r_2^2=l^2+\left(h_k+\tfrac{l}{2}\right)^2$$

$(r_2-r_1)(r_1+r_2)=2l h_k$ Так как $h_k \ll D \gg l$, $r_1+r_2=2D$.

Тогда $\Delta=\frac{l h_k}{D}\Rightarrow h_k=\frac{D\cdot\Delta}{l}$

$$max:\ h_k=\frac{D}{l}\lambda k$$

$$min:\ h_k=\frac{D}{2l}\lambda(2k+1)$$

Ширина интерференционной полосы

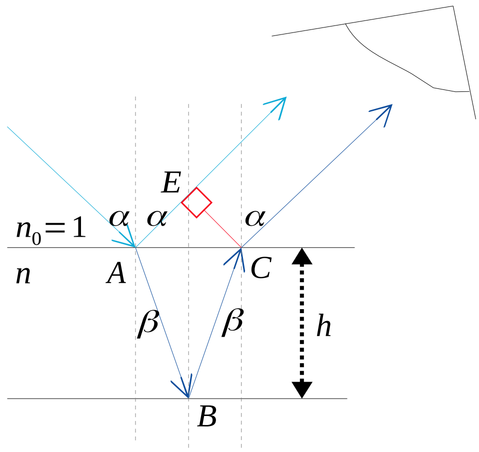
$$\Delta h=h_{k+1}-h_k=\frac{\lambda D}{l}$$

Интерференция в тонкой пленке

$$\Delta=n\,AB+n\,BC-\left(AE\pm\tfrac{\lambda}{2}\right)$$

1) $n>n_0:-\frac{\lambda}{2}$ $\left(\textit{потеря в } (\cdot)\ A\right)$

2) $n<n_0:+\frac{\lambda}{2}$ $\left(\textit{потеря в } (\cdot)\ B\right)$



$$AB=BC=\frac{h}{\cos}\beta \qquad \Delta=\frac{nh}{\cos\beta}+\frac{nh}{\cos\beta}+2\,htg\,\beta\sin\alpha\pm\frac{\lambda}{2}$$

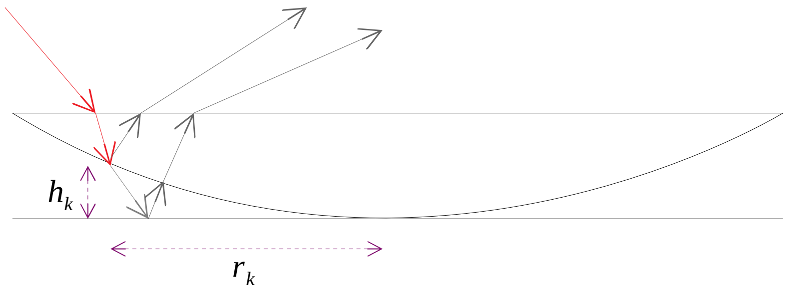
$$AE=2\,h\,tg\,\beta\sin\alpha$$

$$\Delta=2h\sqrt{n^2-\sin^2\alpha}\pm\frac{\lambda}{2}$$

$$max:\Delta=\lambda k$$

$$\sin\alpha_k=\sqrt{n^2-\left(\frac{\lambda(2k+1)}{4n}\right)^2}$$

Кольца Ньютона



$$\Delta=2h_k+\frac{\lambda}{2}$$

$$R^2=(R-h_k)^2+r_k^2$$

$$R^2=R^2-2Rh_k+h_k^2+r_k^2$$

$$h_k=\frac{h_k^2}{2R}+\frac{r_k^2}{2R}\approx\frac{r_k^2}{2R}$$

$$\Delta=2h_k+\frac{\lambda}{2}=\frac{r_k^2}{R}+\frac{\lambda}{2}$$

$$max:\quad \Delta=k\lambda \ \Rightarrow\ r_k=\sqrt{R\lambda\frac{2k+1}{2}}$$

$$min:\quad \Delta=\frac{2k+1}{2}\lambda \ \Rightarrow r_k=\sqrt{R\lambda k}$$

В центре ($k=0$) темное пятно.