

ヤングの干渉実験 2

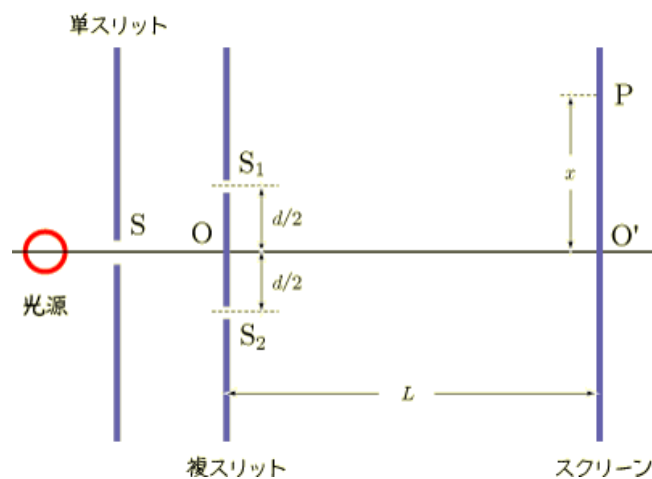
tomo @物理のかぎプロジェクト

2005-01-01

ヤングの干渉実験 1 では、実験の内容と、明線条件・暗線条件について学びました。ここでは、実際に行路差を計算し、さらに詳しく実験を見ていきます。

行路差の計算

ヤングの干渉実験の装置は、以下のようになっていました。



ここで、 $S_1O = S_2O = \frac{1}{2}d$, $S_1S_2 \ll OO' = L$, $O'P = x$ とします。

では、実際に行路差を計算しましょう。三平方の定理から、

$$S_1P = \left\{ L^2 + \left(x - \frac{d}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$S_2P = \left\{ L^2 + \left(x + \frac{d}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

と分かります．したがって，

$$\begin{aligned} S_2P - S_1P &= L \left\{ 1 + \frac{(x + \frac{d}{2})^2}{L^2} \right\}^{\frac{1}{2}} - L \left\{ 1 + \frac{(x - \frac{d}{2})^2}{L^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \\ &\simeq L \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{(x + \frac{d}{2})^2}{L^2} \right\} - L \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{(x - \frac{d}{2})^2}{L^2} \right\} \\ &= \frac{xd}{L} \end{aligned}$$

と求められます（ $X \ll 1$ のときに成り立つ $(1 + X)^n \simeq 1 + nX$ という近似式を使っています）．

暗線条件式と明線条件式

したがって， $m = 0, 1, 2, \dots$ として，明線条件式は，

$$\frac{xd}{L} = m \cdot \lambda$$

暗線条件式は，

$$\frac{xd}{L} = \left(m + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

となります．

問

SO = L' とします．光源を距離 x' だけ上にずらしたときの，明線条件式と暗線条件式を求めなさい．

隣り合う明線の間隔

隣り合う明線の間隔 Δ は， $m + 1$ 番目の明線の x の値から， m 番目の明線の x の値を引けばよいですから，

$$\Delta = \frac{L\lambda}{d}(m + 1) - \frac{L\lambda}{d}m = \frac{L\lambda}{d}$$

となります．

問

隣り合う明線と暗線の間隔 Δ' を求めなさい．