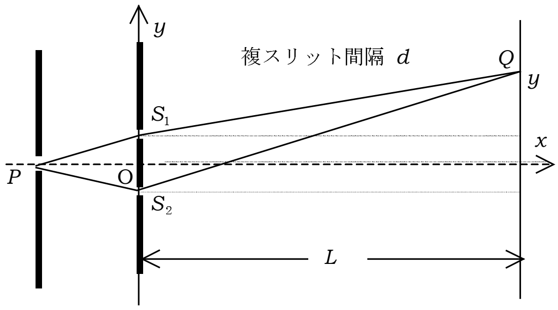
波動⑦　標準演習　　　　　　　　　　　（　　）組（　　）番　氏名　（　　　　　　　　）

ヤングの実験　複スリット S_1、S_2 を通った二つの光がスクリーン上で干渉する。



PS_1Q、PS_1Q の二つのコースの光は P では同位相だから、$P\ S_1Q$、$P\ S_2Q$ の距離の差により位相がずれる。その距離の差が半波長の偶数倍になるときは位相がずれないため光は強め合い明るくなる。その距離の差が半波長の奇数倍になるときは位相が逆になり光は弱め合い暗くなる。

(1) PS_1Q の距離を求めなさい。

(2) PS_2Q の距離を求めなさい。

(3) $P\ S_1Q$、$P\ S_2Q$ の距離の差を求めなさい。ただし、複スリットからスクリーンまでの距離は複スリット間隔 d やスクリーン中心からの距離 y に比べて十分に大きいので、分子を有理化して近似できるものとする。

(4) 明るくなる位置、暗くなる位置の判定条件を示しなさい。

○　明るくなる条件　→

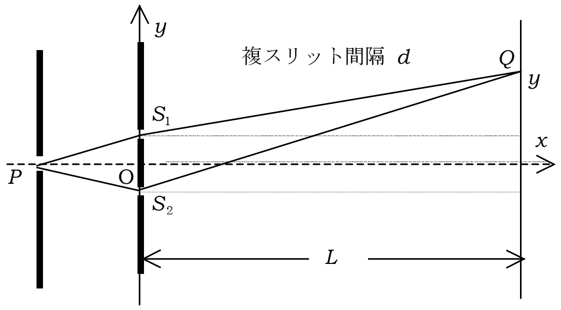
○　暗くなる条件　　→

(5) スクリーン上で二つの光が干渉して明るくなる位置を式で示しなさい。

(6) スクリーン上で干渉の結果できる明るい縞模様の間隔を求めなさい。

波動⑦ 標準演習（解説）　　　　　　　　　（　　）組（　　）番　氏名（　　　　　　　）

ヤングの実験



複スリット S_1、S_2 を通った二つの光がスクリーン上で干渉する。

$P\ S_1Q$、$P\ S_1Q$ の二つのコースの光は P では同位相だから、$P\ S_1Q$、$P\ S_2Q$ の距離の差により位相がずれる。その距離の差が半波長の偶数倍になるときは位相がずれないため光は強め合い明るくなる。その距離の差が半波長の奇数倍になるときは位相が逆になり光は弱め合い暗くなる。

(1) 三平方の定理（ピタゴラスの定理）から、$P\ S_1Q$ の距離は

$\sqrt{L^2+\left(y-\dfrac{d}{2}\right)^2}$ である。

(2) 三平方の定理（ピタゴラスの定理）から、$P\ S_2Q$ の距離は $\sqrt{L^2+\left(y+\dfrac{d}{2}\right)^2}$ である。

(3) ただし、複スリットからスクリーンまでの距離は複スリット間隔 d やスクリーン中心からの距離 y に比べて十分に大きい。 この条件をもとに距離の差の式の近似式を求める。 まず、分子を有理化して、$L >> y, d$ の関係より分母を近似する。二つのコースの距離の差は

$$\sqrt{L^2+\left(y+\frac{d}{2}\right)^2}-\sqrt{L^2+\left(y-\frac{d}{2}\right)^2}=\frac{\left\{L^2+\left(y+\frac{d}{2}\right)^2\right\}-\left\{L^2+\left(y-\frac{d}{2}\right)^2\right\}}{\sqrt{L^2+\left(y+\frac{d}{2}\right)^2}+\sqrt{L^2+\left(y-\frac{d}{2}\right)^2}}\cong\frac{dy}{L}$$ と見なせる。

(4) 反射はどこにも無いので、**反射端の効果（固定端反射は位相が逆転、自由端反射は位相がずれない）**を考慮する必要は無い。

● **明るくなる条件**は

「距離の差が波長の整数倍（=距離の差が半波長の偶数倍）」

● **暗くなる条件**は

「距離の差が波長の（整数+0.5）倍（=距離の差が半波長の奇数倍）」

(5) 二つのコース $P\ S_1Q$、$P\ S_2Q$ の距離の差 $\dfrac{dy}{L}$ が波長の整数倍（半波長の偶数倍）のとき波が強め合うので明るくなり、波長の整数＋$\dfrac{1}{2}$ 倍（半波長の奇数倍）のとき波が弱め合うので暗くなることになる。

明るく見える位置　$y=\dfrac{mL\lambda}{d}$　（m は整数）→　$y=0,\ \pm\dfrac{L\lambda}{d},\ \pm\dfrac{2L\lambda}{d},\ \pm\dfrac{3L\lambda}{d},\ \pm\dfrac{4L\lambda}{d}$.......

(6) (5)の結果より、

明線の間隔　$\Delta y=\dfrac{L\lambda}{d}$　である。