

入試問題研究 第199回 2007年 センター試験 第3問A 光の干渉

※ 選択肢を省略したり、問題文の一部を変えています。

元問題は予備校サイト（河合塾など）で入手できます。

A いわゆる「ヤングの実験」を扱った問題(波の干渉)です。

図1のように、スリット S_0 から出た波長 λ 単色光を、間隔が d の2つのスリット S_1, S_2 にあてて、距離 L だけ離れたスクリーンに生じる光の明暗の縞模様を観察する。ここで、 S_1 と S_2 は S_0 と等距離にあり、スクリーン上の x 軸の原点 O ($x=0$) は S_1 と S_2 から等距離の点である。ただし、 L は d に比べて十分長いものとする。

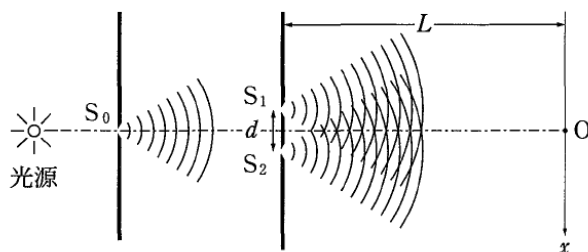
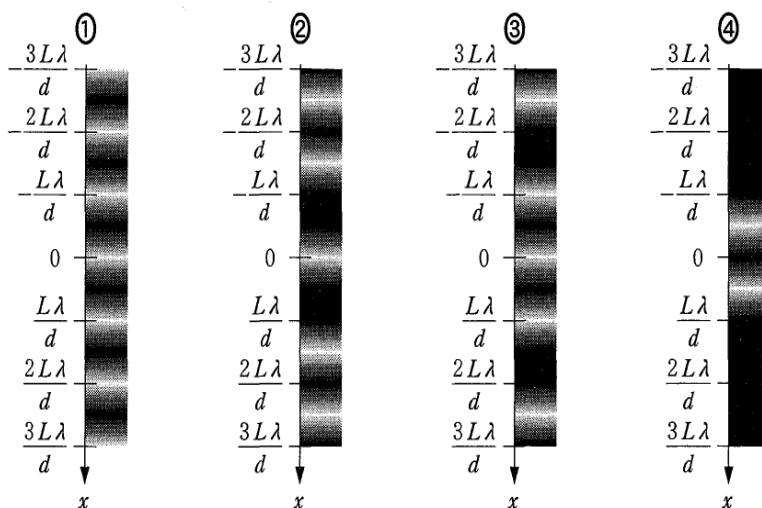


図 1

問1 スクリーン上の光の明暗の縞模様は次のどれにあたるか。選択肢①から④より選びなさい。



問2 次に、図2のようにスリット S_0 を矢印の向きに動かすと、スクリーン上の明暗の縞模様の位置が移動した。原点 O の位置が暗線となる条件を満たすものを、下の選択肢①から④より選びなさい。

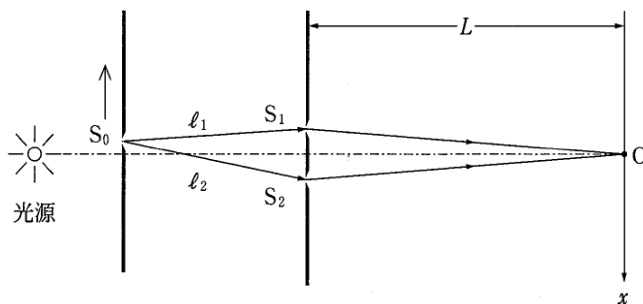


図 2

- ① $\ell_2 - \ell_1 = \lambda$
- ② $\ell_2 - \ell_1 = \frac{5}{4} \lambda$
- ③ $\ell_2 - \ell_1 = \frac{3}{2} \lambda$
- ④ $\ell_2 - \ell_1 = \frac{7}{4} \lambda$

入試問題研究 第199回 2007年 センター試験 第3問A 光の干渉 解答解説

A センター試験としては基本過ぎるくらいのやさしい問題(教科書の通り)である。全問正解以外はありえない問題だ。

問1 教科書通りに計算すればよい。2つのコースの距離の差が波長の整数倍になるとき、2つの光は強めあう。ただそれだけである。

複スリットの間隔 d 、複スリットからスクリーンまでの距離 L 、光の波長 λ 、スクリーン上の P 点と O 点の距離を x とする。

このとき、2つのコース S_0S_1P と S_0S_2P の距離の差が波長の整数倍になる位置が、干渉による明暗の縞模様の明線の位置である。

S_0S_1 と S_0S_2 の距離は等しいから2つのコースの距離の差は $S_1P - S_2P$ はピタゴラスの定理

(三平方の定理)を用いて $\sqrt{L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2} - \sqrt{L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2}$ である。ここで、複スリットとスクリー

ンの距離 L に比べて点 P の座標 x と複スリットの間隔 d は十分に小さい。よって距離の差を近

似式 $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{1}{2}x$ (x が非常に小さいとき)を使って整理する。根号内の L を外に出して

$$L\sqrt{1 + \frac{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2}{L^2}} - L\sqrt{1 + \frac{\left(x - \frac{d}{2}\right)^2}{L^2}}、近似式を適用し L\left\{1 + \frac{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2}{2L^2}\right\} - L\left\{1 + \frac{\left(x - \frac{d}{2}\right)^2}{2L^2}\right\}$$

である。これを整理すると $\frac{xd}{L}$ となり、距離の差は簡単な形に表現できる。

スクリーン上にできる縞模様の明線(強めあう位置)の位置の条件は「距離の差が波長の整数倍に等しい」から、 $\frac{xd}{L} = m\lambda$ (m は整数)が成立する。よって、明線の位置は $x = \frac{mL\lambda}{d}$ (m は整数)となる。したがって、明線の位置を示す選択肢は①である。

なお、このような計算を試験会場で行うには時間が無駄。よって、この結論となる2つの結果、距離の差は $\frac{xd}{L}$ 、明線の位置は $x = \frac{mL\lambda}{d}$ (m は整数)は「ヤングの実験の公式」として覚えておいても良いものである。

※ 近似式の扱いについては、いろいろな近似方法(数パターン!)があるので、複数の教科書、参考書などを参照のこと。

問2 光源のところにある単スリット S_0 を上向きに動かすと S_0S_1 、 S_0S_2 の距離に差が生じる。この場合の2つのコースの距離の差が $l_2 - l_1$ だから、スクリーン上の縞模様の暗線(弱めあう位置)の条件は「距離の差が波長の整数 + 0.5 倍に等しい」である。よって、選択肢の中から選ぶと

$l_2 - l_1 = \frac{3}{2}\lambda$ だけが $l_2 - l_1 = \left(1 + \frac{1}{2}\right)\lambda$ となるので、条件「距離の差が波長の整数 + 0.5 倍に等しい」を満たしている。よって、選択肢は③である。