’03　東京理科大学

解説

白色光は赤～紫の光の集まりであり，波長が一番短いのは紫色である。明線は同じ光路差になる位置に移動する。

(1)　(ア)　三平方の定理を用いて

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

よって

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

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

$$= L + \frac{1}{2L}\left(x^2 - xd + \frac{d^2}{4}\right)$$

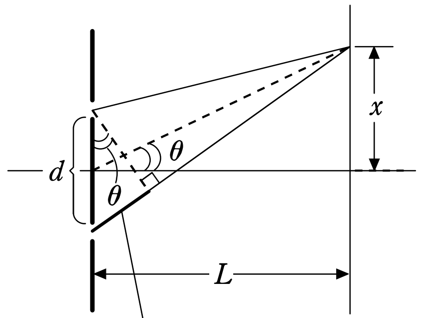
(イ)　同様に

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

$$\fallingdotseq L + \frac{1}{2L}\left(x^2 + xd + \frac{d^2}{4}\right)$$

(ウ)　$r_B - r_A = \dfrac{xd}{2L} - \left(-\dfrac{xd}{2L}\right) = \dfrac{xd}{L}$　$\cdots\cdots$ ④

別解　下図のようにして求めることもできる。



$$r_B - r_A = d\sin\theta \fallingdotseq d\tan\theta = d\frac{x}{L}$$

(エ)　明線(強めあう)条件だから

$$r_B - r_A = \frac{xd}{L} = \frac{\lambda}{2}\cdot 2m = m\lambda \quad \cdots\cdots ①$$

’03 東京理科大学

(2) (オ) (エ)より $x=\frac{L\lambda}{d}\cdot m$

λ が小さいと，x も小となる。よって，中央 O に近い側は λ が小，すなわち紫色である。 …… ⑤

(3) (カ) 光が屈折率 n の媒質中を l 進むとき，真空中の光路に換算すると nl となる。

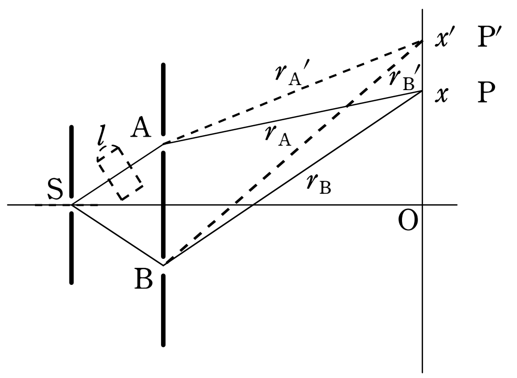
$SA=SB=l_0$ とする。光路で考えると

$SA=l_0-l+nl$，$SB=l_0$

よって，光路差は

$(l_0-l+nl)-l_0=(n-1)l$ …… ②

(キ) 透明板がないとき，P 点に明線ができているとする。



$$(SB+BP)-(SA+AP)=r_B-r_A=\frac{dx}{L}=m\lambda$$

透明板を入れたとき，同じ明線の位置を x' として

$$(SB+BP')-(SA+AP')=r_B'-r_A'-(n-1)l$$
$$=\frac{dx'}{L}-(n-1)l=m\lambda$$

同じ明線だから

$$\frac{dx}{L}=\frac{dx'}{L}-(n-1)l$$

ゆえに $x'-x=\frac{Ll(n-1)}{d}>0$

であるから $\frac{(n-1)Ll}{d}$ だけ上側に移る …… ③

講評

ヤングの干渉の実験の問題．多少奇をてらった観はあるものの，マークセンス形式になっており，基本的な流れは普通の問題と変わらない．光波の問題は近似式の使い方をきちんと覚えておく必要がある．