解答

（1） $S_1M=S_2M=\dfrac{d}{2}$

S_1 からスクリーンに下した垂線を S_1Q とすると，$PQ_1=x-\dfrac{d}{2}$ だから，

三平方の定理より，$L_1=\sqrt{L^2+\left(x-\dfrac{d}{2}\right)^2}$ $\cdots$ ア

S_2 からスクリーンに下した垂線を S_2Q とすると，$PQ_2=x+\dfrac{d}{2}$ だから，

三平方の定理より，$L_2=\sqrt{L^2+\left(x+\dfrac{d}{2}\right)^2}$ $\cdots$ イ

ここで，近似式 $\sqrt{1+\alpha}\fallingdotseq 1+\dfrac{\alpha}{2}$ を用いると，

$$L_1=L\sqrt{1+\left(\dfrac{x-\dfrac{d}{2}}{L}\right)^2}\fallingdotseq L\left\{1+\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{x-\dfrac{d}{2}}{L}\right)^2\right\}$$

同様にして $L_2\fallingdotseq L\left\{1+\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{x+\dfrac{d}{2}}{L}\right)^2\right\}$

$L_2>L_1$ だから $|L_2-L_1|=L\left\{1+\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{x+\dfrac{d}{2}}{L}\right)^2\right\}-L\left\{1+\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{x-\dfrac{d}{2}}{L}\right)^2\right\}=\dfrac{dx}{L}$ $\cdots$ ウ

（2） 点 P における経路差は $\dfrac{dx}{L}=\dfrac{4.0\times10^{-4}\times6.0\times10^{-3}}{3.0}=1.0\times10^{-6}$[m]

これは $\dfrac{5}{2}\lambda$ なので，点 P には暗線ができる．

（3） となりあう明線の間隔を Δx とすると，$\Delta x=\dfrac{L\lambda}{d}$ なので，

$\lambda=\dfrac{d\Delta x}{L}=\dfrac{5.0\times10^{-4}\times2.0\times10^{-3}}{2.0}=5.0\times10^{-7}$[m]

（4） 液体の中での光の波長を λ' とすると，$\dfrac{\lambda}{\lambda'}=\dfrac{n}{1}$ より，$\lambda'=\dfrac{\lambda}{n}$

液体があるときのとなりあう明線の間隔を $\Delta x'$ とすると，$\Delta x'=\dfrac{L\lambda'}{d}=\dfrac{L\times\dfrac{\lambda}{n}}{d}=\dfrac{\Delta x}{n}$

よって，$\dfrac{1}{n}$ 倍になる．$\cdots$(カ)

（5）（i） 透明板の部分の光路長は na である．

透明板を置く前と比べて，S_0S_2 間の光路長は $na-a=(n-1)a$ だけ長くなる．

透明板を置く前は S_0S_1 と S_0S_2 に光路差はなかったので，求める光路差は $(n-1)a$

（ii） 透明板を置く前原点 O に写っていた点が，透明板を置いた後に移った点を O′ とすると，

O′ においても光路差はない．

(i) より，S_0S_1 と S_0S_2 の光路差は $(n-1)a$ だから，

S_1O' と S_2O' の光路差も $(n-1)a$ であればよい．

$S_1O'>S_2O'$ であるから

$\dfrac{d(-x)}{L}=(n-1)a$ より $x=\dfrac{(1-n)aL}{d}$