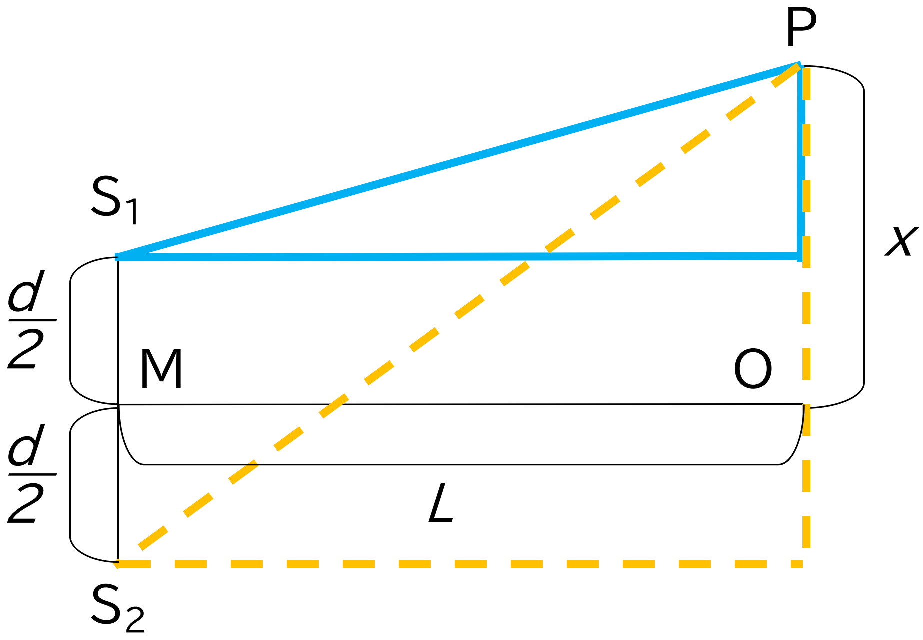
解説

（1） 三角形において
三平方の定理より

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

三角形において
三平方の定理より

$$L_2=\sqrt{L^2+\left(x+\frac{d}{2}\right)^2}$$



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

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

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

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

$\sqrt{}$ の中を無理やり L^2 でくくる

$\sqrt{1+\alpha}=1+\dfrac{1}{2}\alpha$ に

$\alpha=\left(\dfrac{x-\frac{d}{2}}{L}\right)^2$ として代入する

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

$$|L_2 - L_1| = L\left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{x + \frac{d}{2}}{L}\right)^2\right\} - L\left\{1 + \frac{1}{2}\left(\frac{x - \frac{d}{2}}{L}\right)^2\right\}$$

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

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

$$= \frac{L}{2} \times \frac{2xd}{L^2}$$

$$= \frac{dx}{L}$$

ヤングの実験
経路差 $|L_2 - L_1| = \dfrac{dx}{L}$
特に2次試験では導き方が穴埋め問題で頻出

（2）

波の干渉の式（**同位相のとき**）mは整数
強め合うとき $|L_2 - L_1| = m\lambda$
弱め合うとき $|L_2 - L_1| = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

逆位相のときは強め合う式と
弱め合う式が逆になる
（ヤングの実験は同位相）

2波長の偶数倍・奇数倍よりも波長の整数倍・（整数＋2分の1）倍
を使う方が分かりやすい（かもしれない）

明線だと仮定すると $1.0 \times 10^{-6} = m \times 4.0 \times 10^{-7}$

$m = \dfrac{5}{2}$ だから不適

暗線だと仮定すると $1.0 \times 10^{-6} = \left(m + \dfrac{1}{2}\right) \times 4.0 \times 10^{-7}$

$m = 2$ だから適

mは整数になる

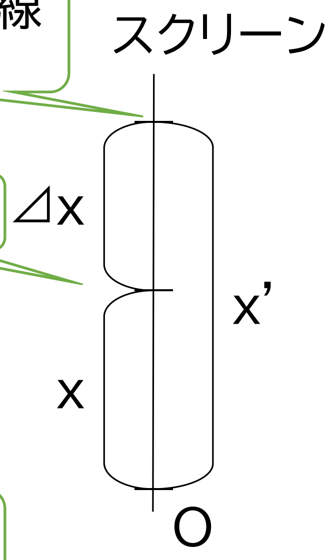
(3)

$\Delta x = \dfrac{L\lambda}{d}$ より

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

となりの明線(P')

明線(P)



となりあう明線(暗線)の間隔(ヤングの実験)

$$\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$$

公式として利用する

(式の導き方)

明線(P)の条件 $\dfrac{dx}{L} = m\lambda$ より $x = \dfrac{mL\lambda}{d}$

となりの明線(P')の条件 $\dfrac{dx'}{L} = (m+1)\lambda$ より $x' = \dfrac{(m+1)L\lambda}{d}$

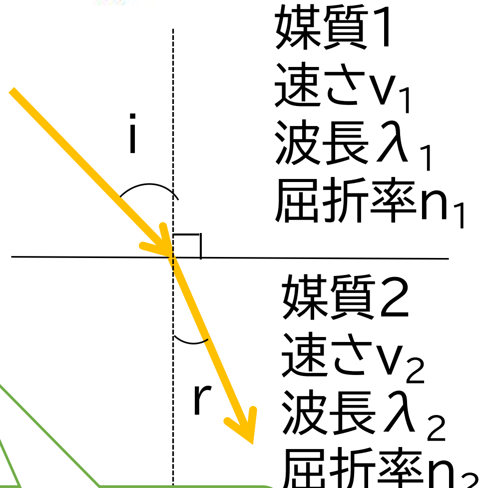
$$\Delta x = x' - x = \frac{(m+1)L\lambda}{d} - \frac{mL\lambda}{d} = \frac{L\lambda}{d}$$

(4)

$\dfrac{\lambda}{\lambda'} = \dfrac{n}{1}$ より, $\lambda' = \dfrac{\lambda}{n}$

屈折の公式

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



光が屈折している問題ではないが, この公式で媒質中の光の波長を求める

屈折率は分母分子逆

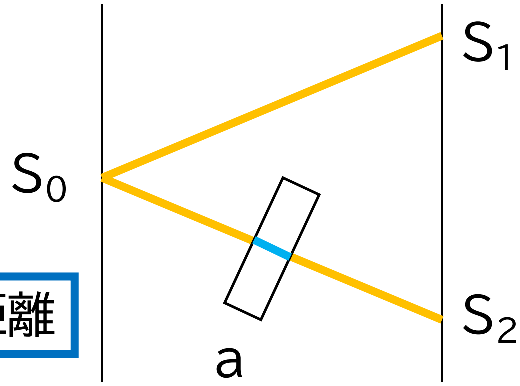
(3)で使った公式より

$$\Delta x' = \frac{L\lambda'}{d} = \frac{L\times\dfrac{\lambda}{n}}{d} = \frac{\Delta x}{n}$$

よって, $\dfrac{1}{n}$ 倍になる.

(5)(i)

透明板のあるところ
透明板を置く前・・・光路長a(屈折率1)
透明板を置いた後・・・光路長na(屈折率n)



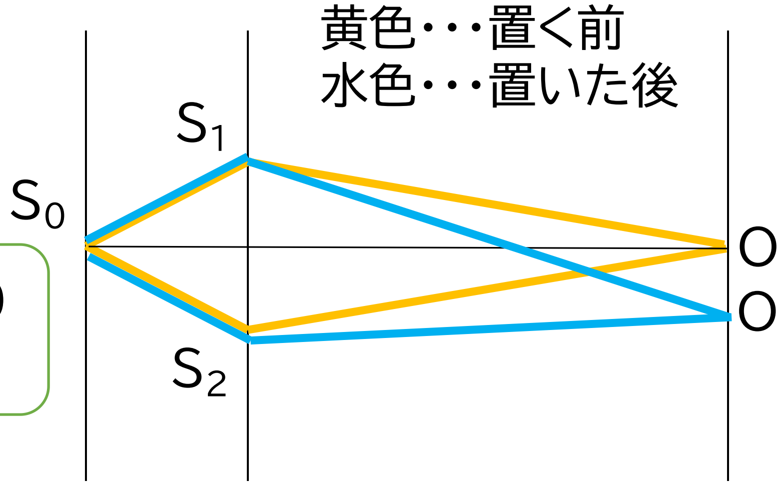
光路長(光学距離)＝屈折率×距離

透明板を置くとS_0S_2間は
光路長がna－a＝(n－1)a
だけ長くなる

光路長・・・屈折率nの媒質中を距離L進む光
→真空中ならnL進む
様々な媒質を進む光の干渉のときに使う

S_0S_1間とS_0S_2間の
距離の差はないので
光路差は(n－1)a

(5)(ii)



原点Oに写っていた点・・・光路長＝0
移動した後でも光路差＝0

さらに
S_0S_1間・・・変わらない
S_0S_2間・・・長くなる
→ S_1O’・・・長くなる
S_2O’・・・短くなる
→ O’はOよりも下側
(x座標の負の部分)

原点Oに写っていた点・・・光路長＝0
移動した後でも光路差＝0

S_0S_1間よりS_0S_2間が(n－1)a長い

経路差 $|L_2 - L_1| = \dfrac{dx}{L}$

S_2O’間よりS_1O’間が(n－1)a長い

x座標が負になるので(－x)
として代入する

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