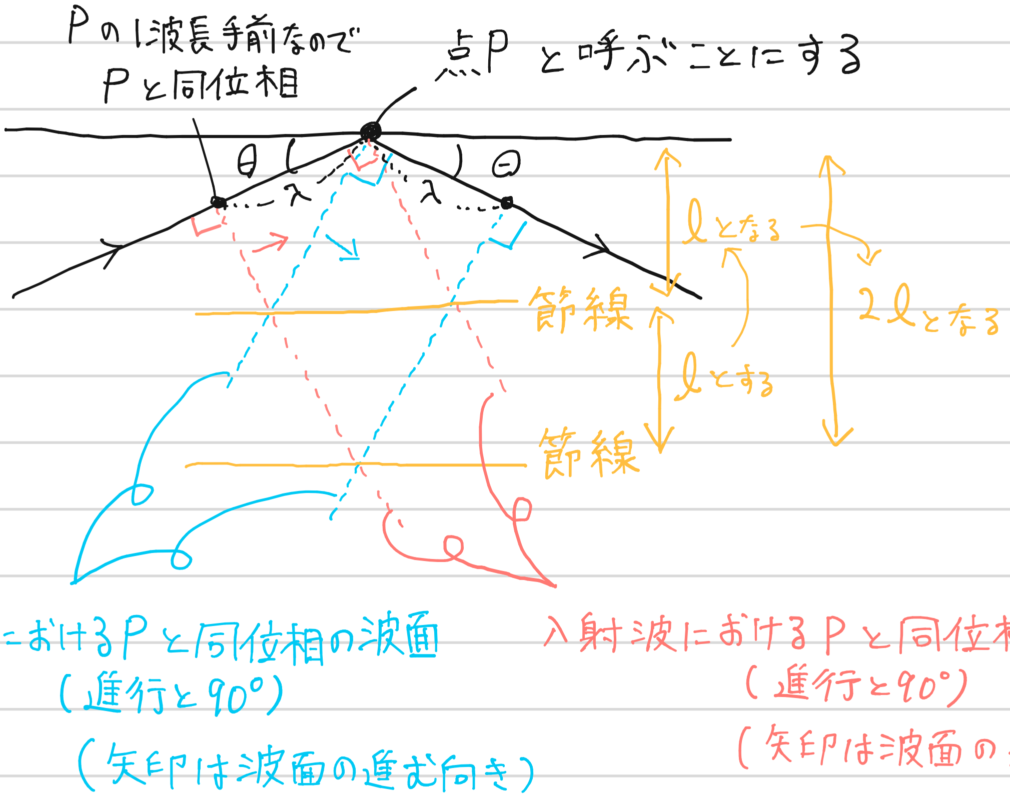
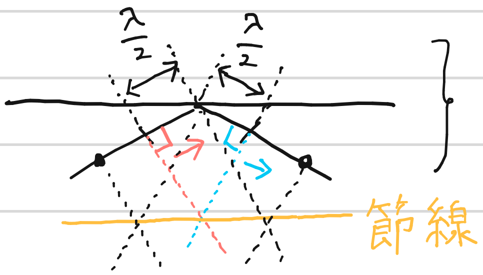
229　作図のポイント

- 波の進む向きと波面は90°
  (波面は同位相を結んだ線)
- 固定端は必ず節
- 角度の追跡のコツ.
  平行直線. 90°. 180°. を意識

それぞれの線と. l. $2l$を解釈する



この2本が重なる場所は.元々同位相だった波の一方がPで位相が反転した状態で重なっている
⇒媒質の変位0の点となる

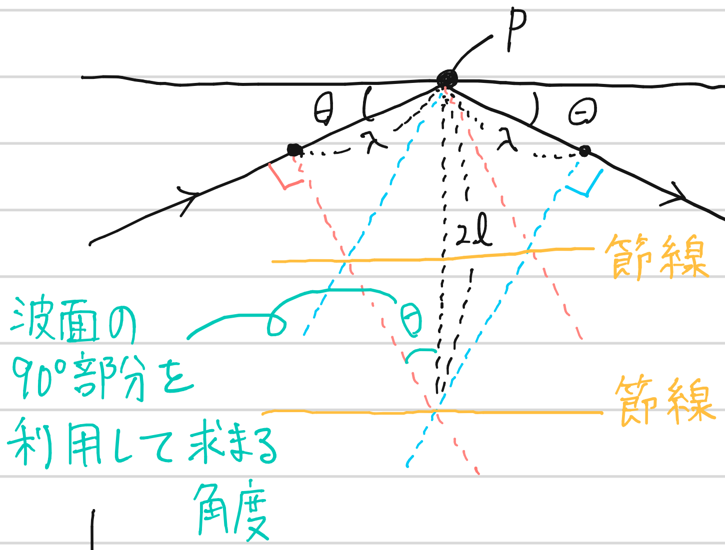


そして
λ離れた波面なら.どこでも同様に逆位相の波が重なるので媒質の変位0の点となる
⇒節線が書ける

$\boxed{229}$ 続き

(ア)

$\boxed{\text{問いで聞かれている長さの検証をする}}$

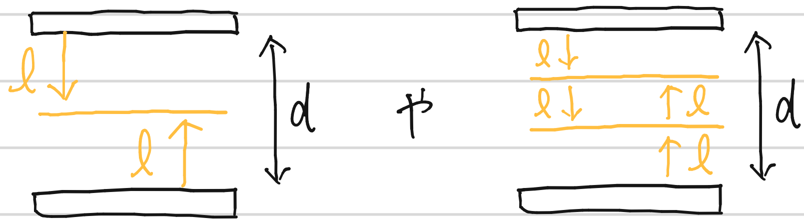


$$\sin\theta = \frac{\lambda}{2l} \quad \therefore\ l = \underline{\frac{\lambda}{2\sin\theta}}\ /\!/ \text{(ア)}$$

(イ)

$\boxed{\text{定常波のできる条件}}$

→ 上面の反射で作る節線と、下面の反射で作る節線が一致すること.



なら OK

⇒ $d = ml$ といえる (左図は $m=2$, 右図は $m=3$)

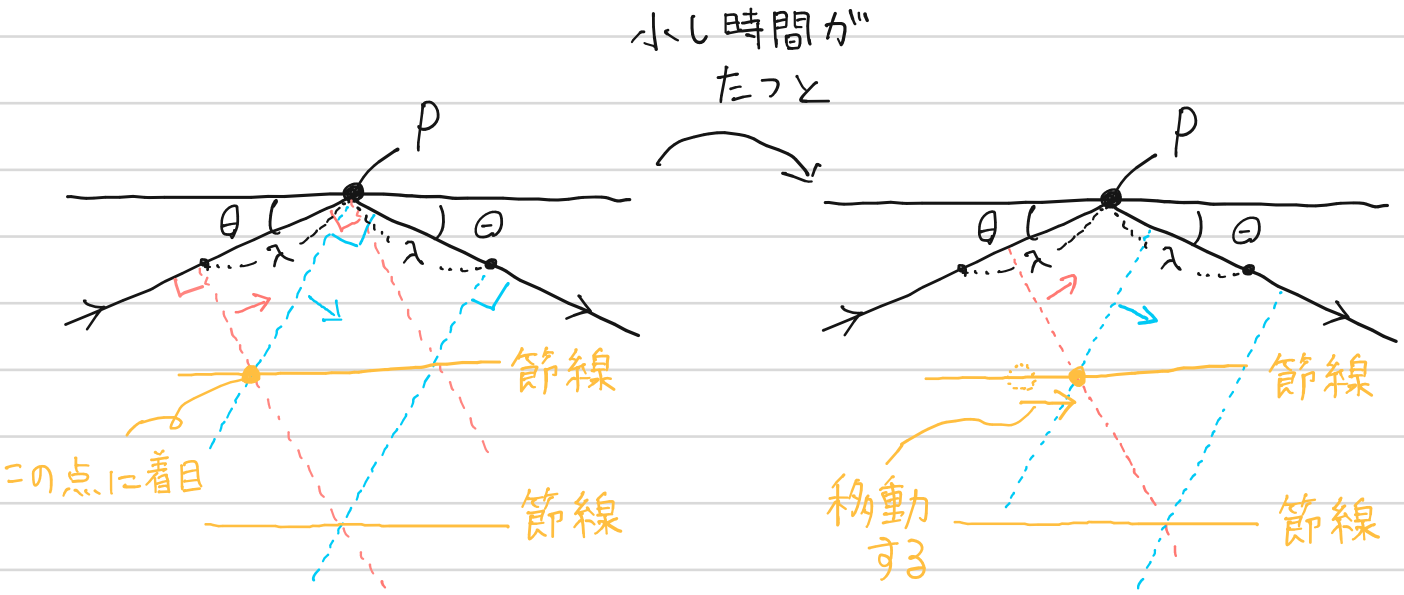
(ア)の式を代入して

$$\underline{d = m\frac{\lambda}{2\sin\theta}}\ /\!/ \text{(イ)}$$

$\boxed{229}$ 続き

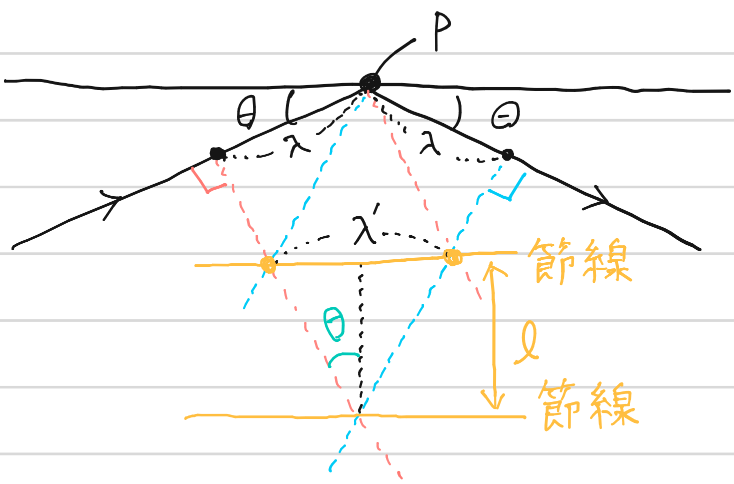
(ウ)

$\boxed{\lambda' \text{の解釈をする}}$



ここで、入射波、反射波の周期T[s]だけ時間が経過したときの、●点の移動量をλ'としている。

⇒ 下図のようにλ'が書ける。



図より

$$\tan\theta = \frac{\frac{\lambda'}{2}}{l}$$

$$\Rightarrow \lambda' = 2l\tan\theta = 2\cdot\frac{\lambda}{2\sin\theta}\tan\theta \quad \therefore \underline{\lambda' = \frac{\lambda}{\cos\theta}}_{/\!/} \text{(ウ)}$$

$\boxed{229}$ 続き

(エ)

(イ) 式 $d = m\dfrac{\lambda}{2\sin\theta}$ と (ウ) 式 $\lambda' = \dfrac{\lambda}{\cos\theta}$

を連立する。

⇒ (イ) 式を変形して

$$\sin\theta = m\frac{\lambda}{2d}$$

(ウ) 式を変形して

$$\cos\theta = \frac{\lambda}{\lambda'}$$

$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$ に代入して θ を消去

$$\left(m\frac{\lambda}{2d}\right)^2 + \left(\frac{\lambda}{\lambda'}\right)^2 = 1$$

$$\frac{m^2\lambda^2}{4d^2} + \frac{\lambda^2}{\lambda'^2} = 1$$

$$\frac{\lambda^2}{\lambda'^2} = 1 - \frac{m^2\lambda^2}{4d^2}$$

$$\frac{1}{\lambda'^2} = \frac{1}{\lambda^2} - \frac{m^2}{4d^2}$$

$$\frac{1}{\lambda'^2} = \frac{4d^2 - m^2\lambda^2}{4d^2\lambda^2}$$

$$\lambda'^2 = \frac{4d^2\lambda^2}{4d^2 - m^2\lambda^2}$$

$$\therefore \lambda' = \frac{2d}{\sqrt{4d^2 - m^2\lambda^2}}\lambda \quad \text{(エ)}$$

(オ)

λ が最大のとき、できる節線の数は 0 となる。これは (イ) の図においてm = 0 のときといえる。そして、$\sin\theta$ の最大値は 1 であるから、

(イ) 式 $d = m\dfrac{\lambda}{2\sin\theta}$ を変形した式 $\lambda = \dfrac{2d\sin\theta}{m}$ より

$$\lambda_{Max} = 2d \quad \text{(オ)}$$

← 壁に垂直にぶつかり定常波を作るモデルである。

※ 光波の問題というより、平面波の干渉の問題である。