

73. 光波

(1)

歯車の歯数が 200 だから、歯車が 1 回転するのに要する時間、すなわち回転周期は「 $200 \times a$ の目盛数」の時間に相当する。

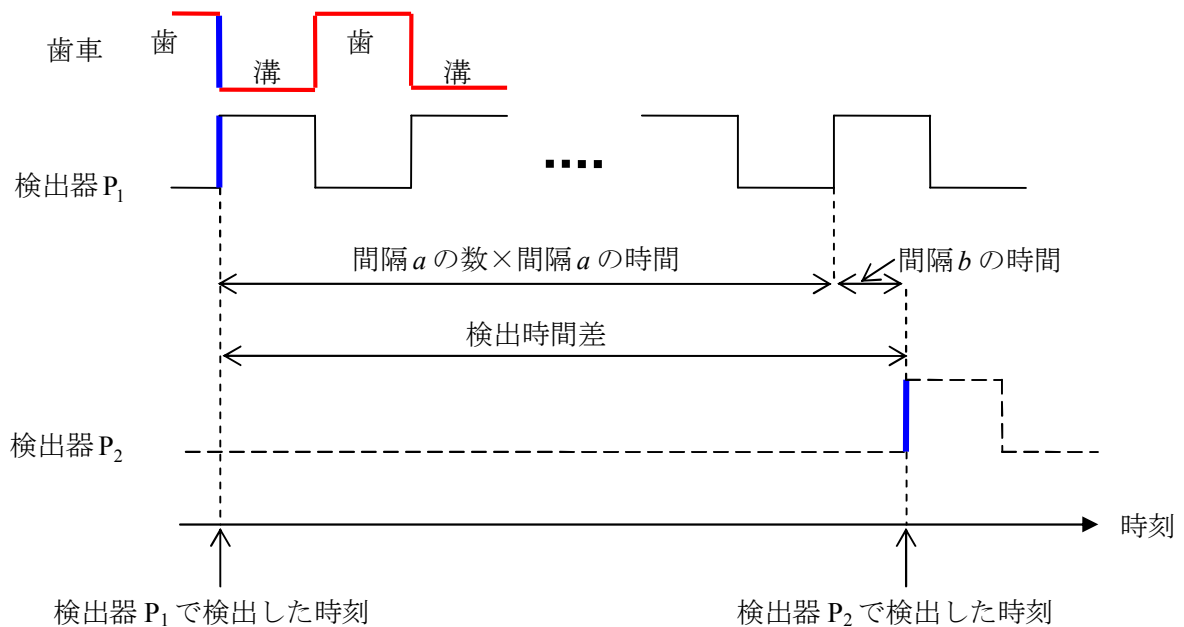
1 目盛の時間は $4.0 \times 5.0 \times 10^{-6}$ 秒だから

$$\text{回転周期} = 200 \times 4.0 \times 5.0 \times 10^{-6} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ 秒}$$

$$\text{ゆえに、毎秒の回転数} = \frac{1}{4.0 \times 10^{-3}} = 2.5 \times 10^2 \text{ (回/秒)}$$

(2)

ある時刻に歯車の溝から出た瞬間の光に注目するとわかりやすい。



検出時間の差は、AB 間を光が往復する時間に相当する。

水の入った水層の中を直進する光の光学距離は $500 \times 1.3 = 650$ m だから、

片道の光学距離が水層に水を入れる前より $650 - 500 = 150$ m 長くなる。

よって、往復で 300m 長くなる。

したがって、検出器 P_2 の検出時刻は光学距離で 300m 相当分遅れる。

$$\text{すなわち} \frac{300}{3.0 \times 10^8} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ 秒遅れる。}$$

$$\text{ゆえに、破線の図形は右に} \frac{1.0 \times 10^{-6}}{5.0 \times 10^{-6}} = 0.20 \text{ 目盛り右にずれる。}$$

(3)

回転数を上げたのか下げたのか?

回転数を下げると光が溝を通過している時間が長くなるから、
それだけ光の検出時間が長くなる。すなわち a が伸びる。

回転数を徐々に下げていくとどうなるか?

(2)の図で、間隔 a の数を m とし、回転数を徐々に下げていくと、
 m を保ったまま b が徐々に小さくなっていき、やがて 0 になる瞬間が訪れる。
このとき、間隔 a の数が $m-1$ 、間隔 b の長さ=間隔 a の長さになったと見なすと、
今度は、間隔 a の数が $m-1$ を保ったまま b が a から 0 へと徐々に小さくなっていく。
こうして、間隔 b が a から 0 への減少を繰り返しながら間隔 a の数が減少していく。
問題の場合、間隔 b が 0 になるまで下げていないから、間隔 a の数は同じである。

解

検出時間の差は、「間隔 a の数 \times 間隔 a の時間 + 間隔 b の時間」で与えられ、

これは光が AB 間を往復する時間 $\frac{2l}{c}$ である。

間隔 a の数は変化しないから、間隔 a の数を m とすると、
歯車の回転数を下げる前の関係式は

$$\frac{2l}{c} = m \times 4.0 \times 5.0 \times 10^{-6} + 1.6 \times 5.0 \times 10^{-6} \text{ sec}$$

$$\therefore \frac{2l}{c} = (4.0m + 1.6) \times 5.0 \times 10^{-6} \text{ sec} \quad \dots \textcircled{1}$$

歯車の回転数を下げた後の関係式は

$$\frac{2l}{c} = m \times 5.0 \times 5.0 \times 10^{-6} + 0.6 \times 5.0 \times 10^{-6} \text{ sec}$$

$$\therefore \frac{2l}{c} = (5.0m + 0.6) \times 5.0 \times 10^{-6} \text{ sec} \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1}, \textcircled{2} \text{ より, } 4.0m + 1.6 = 5.0m + 0.6 \quad \therefore m = 1.0$$

これを①に代入すると、 $\frac{2l}{c} = 5.6 \times 5.0 \times 10^{-6} \text{ sec}$

ゆえに、

$$\begin{aligned} l &= \frac{c}{2} \times 5.6 \times 5.0 \times 10^{-6} \\ &= \frac{3.0 \times 10^8}{2} \times 5.6 \times 5.0 \times 10^{-6} \\ &= 4.2 \times 10^3 \text{ m} \end{aligned}$$