

'03 岐阜大学

解説

- (1) (ア) 高 (イ) ドップラー効果
 (2) 問題の図に記されている音源の位置を点 S とする。列車が点 S を通過するときの速度で、 SP と平行な成分の大きさは、図 1 より、 $v \cos \theta$ である。ここでは、音源が速さ $v \cos \theta$ で、点 P にいる観測者に近づいていると考えればよい。静止した観測者が観測する音波の振動数 f は、ドップラー効果の公式より、

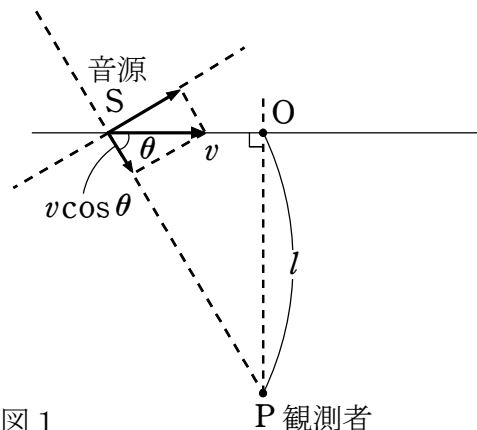


図 1

$$f = \frac{V}{V - v \cos \theta} f_0$$

- (3) (2) で求めた式に $v = \frac{1}{2}V$ と $\theta = 60^\circ$ を代入すると、求める振動数 f_1 は

$$f_1 = \frac{V}{V - \frac{1}{2}V \times \cos 60^\circ} f_0 = \frac{4}{3} f_0$$

- (4) 列車が点 O を通過するときの速度で、列車が進む速度の OP と平行な成分は、 0 である。したがって、点 P で静止した観測者が観測する音波の振動数 f_2 は、列車上の音源の振動数 f_0 と変わらない。よって、求める振動数は f_0
 (5) まず、列車上の音源が点 O から点 R まで進むのに要する時間 t_1 は、

$$t_1 = \frac{OR}{v} = \frac{r}{\frac{1}{2}V} = \frac{2r}{V}$$

次に、列車の点 O の通過から、点 R への音の到着までにかかる時間 t_2 は、

$$t_2 = \frac{OP + PR}{V} = \frac{l + \sqrt{r^2 + l^2}}{V}$$

列車上の音源が点 R に達すると同時に点 P からの音が届くので、

$$t_1 = t_2$$

$$\frac{2r}{V} = \frac{l + \sqrt{r^2 + l^2}}{V}$$

この両辺に V をかけて移項すれば、

$$2r - l = \sqrt{r^2 + l^2}$$

両辺を 2 乗して r について解けば、

$$r = \frac{4}{3}l$$

'03 岐阜大学

(6) PR の長さは, $OP=l$, $OR=r=\frac{4}{3}l$ より,

$$\begin{aligned} PR &= \sqrt{OP^2 + OR^2} \\ &= \sqrt{l^2 + \left(\frac{4}{3}l\right)^2} = \frac{5}{3}l \end{aligned}$$

また, $\angle ORP$ の大きさを ϕ とする。

列車が点 R を通過するときの速度で, 直線 PR と平行な成分の大きさは, 図 2 より,

$$v \cos \phi = \frac{1}{2}V \cdot \frac{OR}{PR} = \frac{1}{2}V \cdot \frac{\frac{4}{3}l}{\frac{5}{3}l} = \frac{2}{5}V$$

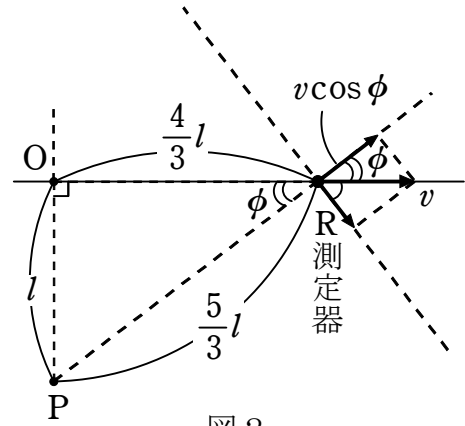


図 2

点 R を通過する列車については, 点 P に対して速さ $\frac{2}{5}V$ で遠ざかっていると考

えればよい。

以上から, 列車が点 R を通過するとき, その上に置かれた測定器が観測する音の振動数 f_3 は, ドップラー効果の公式から,

$$f_3 = \frac{V - \frac{2}{5}V}{V} f_2 = \frac{3}{5} f_2$$

講評

ドップラー効果の基礎的な問題。内容も難しくなく, 基本的なものばかりが並んでいる。このレベルの問題がきちんと解けるようになれば, 基礎に関しては問題ないレベルである。この問題で, きちんと基礎をつかんでおきたい。