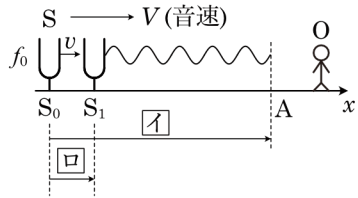


§10 - #2 導出を要求されるタイプのドップラー効果

I t [s] 後を議論するパターン

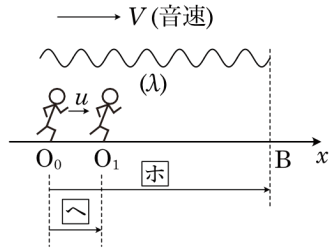
音源 S と観測者 O が x 軸上で運動するときのドップラー効果を考える。音源の振動数を f_0 [Hz]、音の速さを V [m/s] とする。

- (1) 音源 S が速さ v [m/s] で正の向きに動きながら音を出している。ある時刻に位置 S_0 にあった音源から出た音波は t [s] 後には イ [m] だけ進み位置 A に達する。この間に音源は ロ [m] だけ進み位置 S_1 に達する。



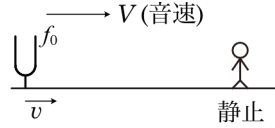
t [s] 間に音源から出た ハ 個の波は全て S_1A の中に入っている。これより、正の方向に出た音波の波長は $\lambda =$ ニ となる。

- (2) この波長 λ [m] の音波を観測者が右向きに速度 u [m/s] で動きながら聞く。ある時刻に位置 O_0 を通過した音波は t [s] 後には ホ [m] だけ進んで B に達する。その間の観測者は ヘ だけ進み位置 O_1 に達するので、時間 t [s] の間に観測者がきいた音は全て O_1B の間に入っている。これより、観測者が聞く音の振動数は $f =$ ト となる。さらに、(1)の λ を代入すれば $f =$ チ となる。



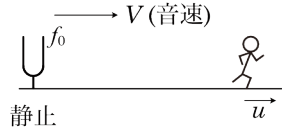
II 観測者までの到達時間で議論するパターン

振動数 f_0 の音源から出た音が速さ V で伝わる。時刻 0 における音源と観測者との距離を l とする。観測者が静止し、音源が観測者の方へ速さ v で近づくとき、以下の問いに答えよ。



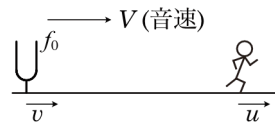
- (1) 時刻 0 に音源を出た音が観測者に到達する時刻 t_1 はいくらか。
- (2) 時刻 t に音源を出た音が観測者に到達する時刻 t_2 はいくらか。
- (3) $t_2 - t_1$ の間に観測者は何個の波を受けるか。
- (4) 観測者の聞く音の振動数はいくらか。

次に、音源が静止し、観測者が音源から遠ざかる向きに速さ u で運動するとき、以下の問いに答えよ。



- (5) 時刻 0 に音源を出た音が観測者に到達する時刻 t_1 はいくらか。
- (6) 時刻 t に音源を出た音が観測者に到達する時刻 t_2 はいくらか。
- (7) 観測者の聞く音の振動数はいくらか。

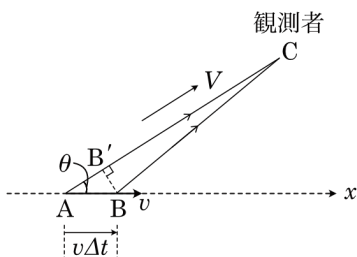
次に、音源が速さ v 、観測者が速さ u で図の向きに運動するとき、以下の問いに答えよ。



- (8) 時刻 0 に音源を出た音が観測者に到達する時刻 t_1 はいくらか。
- (9) 時刻 t に音源を出た音が、観測者に到達する時刻 t_2 はいくらか。
- (10) 観測者の聞く音の振動数はいくらか。

次に、音源が x 軸正の向きに運動し、観測者は図の C 点に静止しているとき、以下の空欄を埋めよ。

- (11) 時刻 0 に A 点を通過した音源が Δt 後に B 点を通過するものとし、時刻 0 における音源と観測者との距離 AC を l とする。また、 $v\Delta t \ll l$ とする。



ここで、時刻 0 に音源を出た音が観測者に到達する時刻 t_1 は となる。そして、 Δt 後に音源を出た音が観測者に到達する時刻 t_2 は、 B から AC に下ろした垂線を B' とすれば

$$t_2 = \Delta t + \frac{\overline{BC}}{V} = \Delta t + \frac{\overline{B'C}}{V} = \Delta t + \frac{\text{ロ}}{V}$$

となる。ここで、観測者は $t_2 - t_1$ の間に 個の波を受けるので、観測者の聞く音の振動数は $f = \frac{\text{ハ}}{\text{ニ}}$ となる。