

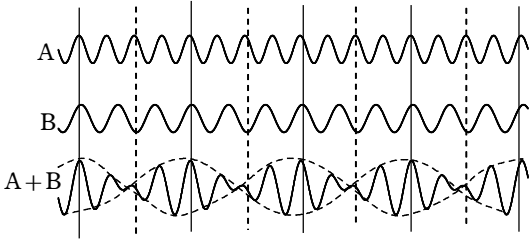
77.

ドップラー効果

- (1) 観測者が静止している場合のドップラー効果の式 $f' = f \frac{V}{V-u}$ を導け
- (2) 発振源が静止している場合のドップラー効果の式 $f' = f \frac{V-v}{V}$ を導け
- (3) 両方が動いている場合のドップラー効果の式 $f' = f \frac{V-v}{V-u}$ を導け

うなり

- (4) 振動数 f の音と、振動数 f' の音を同時に聞いたときのうなりを n とすると、 $|f-f'|=n$ が成立ことを示せ。

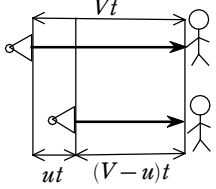


解説

- (1) 振動数 f の波源が t 秒間音を発したときの波数は ft である。

この音を t' 秒間で聞いた場合。この人が聞く振動数 f' は $f' = \frac{ft}{t'}$ である。

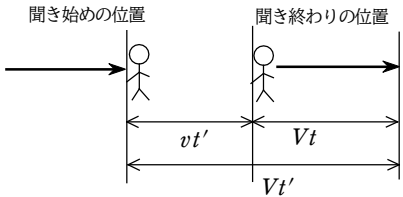
音速を V とすると、音の波の長さは Vt である。
この音源が速さ u で音の方向に移動しながら t 秒間音を発した場合の音の長さは図より $(V-u)t$ である。
この音の鳴り終わりまでの時間を t' とすると、 $Vt' = (V-u)t$ が成立する。



よって、 $t' = \frac{V-u}{V}t$

$$f' = \frac{ft}{t'} = f \frac{V}{V-u}$$

- (2) 聞く人が速さ v で動いている場合
音を聞いている間にこの人が動いた距離は vt' 、この間に音が動いた距離は Vt' 、音の長さは Vt である。
図より、 $Vt' = vt' + Vt$

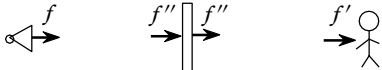


これより、 $t' = \frac{V}{V-v}t$

よって、

$$f' = \frac{ft}{t'} = f \frac{V-v}{V}$$

- (3) 音源、聞く人共に動いている場合は、間に壁を置いて考える。
この壁は聞いた音と同じ音を発するとする。（実質壁がないのと同じ）



f で発した音を壁が、 f'' で聞く場合、(1)より、 $f'' = f \frac{V}{V-u}$

f'' で壁が発した音を人が f' で聞く場合、(2)より、 $f' = f'' \frac{V-v}{V}$

この2式から f'' を消去すると、 $f' = f \frac{V-v}{V-u}$ となる。

- (4) Aの波とBの波を合成するとき、合成した波が良くゆれているのはAとBの位相が一致しているときで位相が逆のときはゆれていない。図は位相の一致したところを縦線で示している。この縦線の間は1回のうなりであるがAとBの波数は1異なっている。
つまり、波数が1ずれると1回うなりということである。1秒間の波数の差は振動数の差である。よって、 $|f-f'|=n$ が成立。

