

15 ドップラー効果①

まとめノート

◆ドップラー効果：音源や観測者が運動するとき、観測される音波の振動数が変化する現象。

音源が動く場合 ⇒媒質を伝わる音波の波長が変化する	観測者が動く場合 ⇒観測者から見た音波の相対速度が変化する
音波の波長 $\lambda' = \frac{V - v_s}{f}$ 観測者から見た音速 V よって、観測される振動数は、 $f' = \frac{V}{\lambda'} = \frac{V}{V - v_s} f$	音波の波長 λ 観測者から見た音速 $V' = V - v_o$ よって、観測される振動数は、 $f' = \frac{V'}{\lambda} = \frac{V - v_o}{V} f$
音源が近づくととき ($v_s > 0$) ⇒音は高くなる ($f' > f$) 音源が遠ざかるととき ($v_s < 0$) ⇒音は低くなる ($f' < f$)	音源から遠ざかるととき ($v_o > 0$) ⇒音は低くなる ($f' < f$) 音源に近づくととき ($v_o < 0$) ⇒音は高くなる ($f' > f$)
<p style="text-align: center;">※ v_s, v_o は音が伝わる向きを正の向きとする。</p>	

公式に慣れよう!

以下の問題では、音速を $V = 340 \text{ m/s}$ として答えよ。

(1) ドップラー効果に関する次の文章で、下線部について正しければ○を、誤っていれば訂正せよ。

① 音源が近づくととき波長は変化しないので、観測者は音源が振動する回数より少ない数の波を聞くことになる。

(a) _____ (b) _____

② 観測者が近づくととき波長は変化し、観測者は音源が振動する回数より少ない数の波を聞くことになる。

(c) _____ (d) _____

③ 音源が遠ざかるととき波長は変化し、観測者は音源が振動する回数より多い数の波を聞くことになる。

(e) _____ (f) _____

④ 観測者が遠ざかるととき波長は変化せず、観測者は音源が振動する回数より多い数の波を聞くことになる。

(g) _____ (h) _____

例題 1 振動数 300 Hz の音を出している音源が、静止している観測者に向かって速さ 10 m/s で近づく。

① 観測者に聞こえる音の波長 λ' はいくらか。

解 $\lambda' = \frac{V - v}{f} = \frac{340 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{300 \text{ Hz}} = 1.10 \text{ m}$

② 観測者に聞こえる音の振動数 f' はいくらか。

解 $f' = \frac{V}{\lambda'} = \frac{340 \text{ m/s}}{1.10 \text{ m}} \approx 309 \text{ Hz}$

③ このとき、観測者に聞こえる音はもとの音源の音と比べて高いか低いかな。

解 音の高低は振動数で決まる。②から観測者に聞こえる音の振動数は 309 Hz と、もとの 300 Hz より大きいから観測者には高い音が聞こえる。

(2) 例題1で、この音源が静止している観測者から速さ10m/sで遠ざかる。

① 観測者に聞こえる音の波長 λ' はいくらか。

② 観測者に聞こえる音の振動数 f' はいくらか。

③ このとき、観測者に聞こえる音はもとの音源の音と比べて高いか低いか。

例題2 振動数680Hzの静止している音源から、観測者が速さ40m/sで遠ざかる。

① 観測者に聞こえる音の波長 λ' はいくらか。

解 音源が静止しているので、波長は観測者の運動によらず一定である。

$$\lambda' = \frac{V}{f} = \frac{340\text{m/s}}{680\text{Hz}} = \underline{0.500\text{m}}$$

② 観測者に聞こえる音の振動数 f' はいくらか。

解 $f' = \frac{V-v}{V} f = \frac{340\text{m/s} - 40\text{m/s}}{340\text{m/s}} \times 680\text{Hz} = \underline{600\text{Hz}}$

③ このとき、観測者に聞こえる音はもとの音源の音と比べて高いか低いか。

解 音の高低は振動数で決まる。②から観測者に聞こえる音の振動数は600Hzと、もとの680Hzより小さいから観測者には低い音が聞こえる。

(3) 例題2で、この観測者が静止している音源に向かって速さ40m/sで近づく。

① 観測者に聞こえる音の波長 λ' はいくらか。

② 観測者に聞こえる音の振動数 f' はいくらか。

③ このとき、観測者に聞こえる音はもとの音源の音と比べて高いか低いか。

例題3 振動数400Hzで振動する音源が、静止している観測者に一定の速さで近づいたところ、観測者には440Hzの音が聞こえた。音源の速さを求めよ。

解 音源が動くときのドップラー効果の式 $f' = \frac{V}{V-v_s} f$ より、

$$v_s = \frac{f' - f}{f'} V = \frac{440\text{Hz} - 400\text{Hz}}{440\text{Hz}} \times 340\text{m/s} \approx \underline{30.9\text{m/s}}$$

(4) 400Hzで振動する音源が、静止している観測者から一定の速さで遠ざかったところ、観測者には360Hzの音が聞こえた。音源の速さを求めよ。

(5) 400Hzで振動する音源に、観測者が一定の速さで近づいたところ、観測者には440Hzの音が聞こえた。観測者の速さを求めよ。