

**物理プリント(ドップラー効果応用)**

( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )

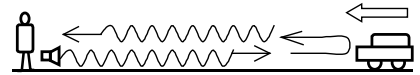
普通のドップラー効果とは少し異なるドップラー効果について考えてみよう。

- 反射があるときのドップラー効果 [ ]
- 風が吹くときのドップラー効果 [ ]
- 斜めに動くときのドップラー効果 [ ]

**ドップラー効果の応用理論** 音速はすべて  $340[m/s]$  としなさい。

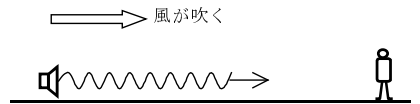
① **反射があるときのドップラー効果** (スピードガンなどに活用されている)

秒速  $20[m/s]$  で近づいてくる物体に振動数  $1000[Hz]$  の音を当てたときの反射音の振動数を求める。 **反射物体は二役の役者だ!**



② **風が吹くときのドップラー効果** (追い風が向かい風かが重要な要素)

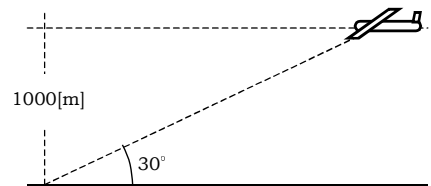
秒速  $20[m/s]$  で動く物体の振動数  $1000[Hz]$  の音が追い風  $20[m/s]$  のもとで伝わってくる音を静止している人が聞くの振動数を求める。 **風が吹くと音速が変化だ!**



③ **斜めに動くときのドップラー効果** (動く角度が重要だ!)

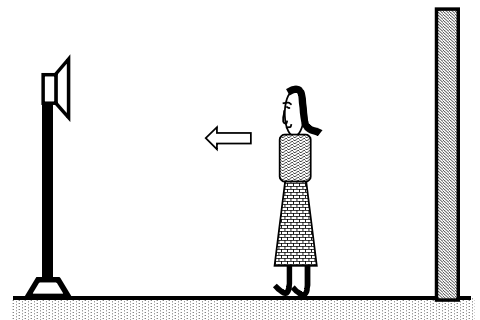
上空  $1000[m]$  の高さを水平に  $100[m/s]$  で飛ぶ飛行機から  $2000[Hz]$  の音を出す。地上から仰角  $30$  度の角度にいるときに出した音の振動数は地上の人にはどのような振動数に聞こえるか。

**音源と観測者を結ぶ速度成分だ!**



**中堅** 右の図に示すように超音波音源(振動数  $30000[Hz]$ )と、反射板が置いてある。この間を人が移動するときを考える。音速は  $340[m/s]$  として次の各問いに答えなさい。

- 音源に速度  $10[m/s]$  で近づいて行くとき、
- (1) 音源からの直接音の振動数はいくらになるか。
- (2) 反射板からの反射音の振動数はいくらになるか。
- (3) この人はこの二つの音は聞こえるか?
- (4) この二つの音が重なると「うなり」がおきる。うなりの振動数はいくらになるか。



## (5) 物理プリント(ドップラー効果応用)解説

普通のドップラー効果とは少し異なるドップラー効果について考えてみよう。

### 反射があるときのドップラー効果

ピッチャーの投げたボールに音波を当てて反射してくる音波の振動数の変化から速度を求める

血管の中の赤血球に音波をあててその振動数の変化で血液の流れる速度を測る

### 風が吹くときのドップラー効果

風が吹く中でのドップラー効果には風速による影響はないのだろうか

### 斜めに動くときのドップラー効果

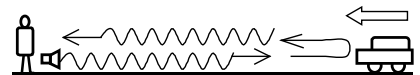
直線上の運動から外れた斜めに進む場合のドップラー効果にはどのような影響がでるのだろうか

ドップラー効果の応用理論 音速はすべて  $340[\text{m/s}]$  としなさい。

#### ① 反射があるときのドップラー効果 (スピードガンなどに活用されている)

**反射物体は二役の役者だ!**

**第一段階** 音源(スピーカ)が静止、観測者(反射物体)が近づく



ドップラー効果だ。公式に代入して  $f_1 = 1000 \cdot \frac{340 - (-20)}{340 - 0} = 1058.8$  より、 $1058[\text{Hz}]$ の音を反射物体は受

ける。これを反射することになる。

**第二段階** 音源(反射物体)が近づき、観測者(本物の観測者)が静止するドップラー効果だ。公式に

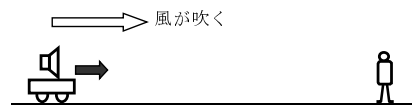
代入すると、 $f_2 = f_1 \cdot \frac{340 - 0}{340 - 20} = 1000 \cdot \frac{340 - (-20)}{340 - 0} \cdot \frac{340 - 0}{340 - 20} = 1125$  だから、反射音は  $1125[\text{Hz}]$

#### ② 風が吹くときのドップラー効果 (追い風が向かい風かが重要な要素)

**風が吹くと音速が変化だ!**

追い風だから音速は  $340 + 20 = 360[\text{m/s}]$ だ。公式に代入して

$f = 1000 \cdot \frac{(340 + 20) - 0}{(340 + 20) - 20} = 1058.8$  だから、 $1059[\text{Hz}]$ だ。

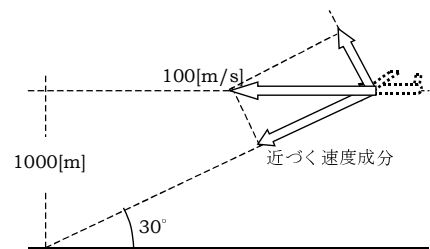


#### ③ 斜めに動くときのドップラー効果 (動く角度が重要だ!)

**音源と観測者を結ぶ方向成分だ!**

音源が観測者に近づく速度成分(音源と観測者を結ぶ方向の速度成分)が  $100 \cos 30^\circ [\text{m/s}]$  だ。公式に代入して、

$f = 1000 \cdot \frac{340 - 0}{340 - 100 \cos 30^\circ} = 1340.4$  より、 $1340[\text{Hz}]$ に聞こえる。



**中堅** 「ドップラー効果」と「うなり」の二つの現象を融合した問題。

(1) 音源が静止、観測者が近づくので  $f_1 = 30000 \cdot \frac{340 - (-10)}{340 - 0} = 30882.3$ 、直接音の振動数は  $30882[\text{Hz}]$

(2) **第一段階** 音源から反射板はともに静止で振動数変化なし。 **第二段階** 反射板(音源)は静止、観測者は遠ざかるので、公式より  $f_2 = 30000 \cdot \frac{340 - (+10)}{340 - 0} = 29117.6$ 。反射音の振動数は  $29117[\text{Hz}]$ 。

(3) 二つの音は可聴音域( $20 \sim 20000[\text{Hz}]$ )の範囲外だから聞こえない。

(4) うなりの振動数はそれぞれの振動数の差だから、うなりの振動数  $1764.6$  だから、 $1765[\text{Hz}]$ の音は聞こえることになる。