

音波_2_うなりとドップラー効果



組	番	
---	---	--

目的: 2台の低周波発振器の振動数を f と $f + \Delta f$ にセットし音を鳴らすと Δf のうなりが生じる。 f の方を机上に置き、 $f + \Delta f$ の方を台上の台車に乗せ等速で遠ざけると、速さ v によってはドップラー効果で $(f + \Delta f)' = f$ になって、うなりが消える速さが存在するはずである。この速さ v を理論的に求め実験して実際にうなりが消えるかどうか確かめる。

理論 音速が V のとき、振動数 $f + \Delta f$ の音源が速さ v で遠ざかる場合、ドップラー効果によって静止している観測者には $(f + \Delta f)' = \frac{V}{V+v} \times (f + \Delta f)$ の振動数に聞こえる。

このドップラー効果を受けた振動数の音と、机上に静止しているもう一つの音源の振動数 f が同じになると、うなりは消える。

$$\therefore \text{うなりが消える条件式} \quad \frac{V}{V+v}(f + \Delta f) = f$$

これを満たす v を求め実験によって確かめる。この方程式を v について解くと $f, \Delta f, V$ を使って次のように書ける。

$$v = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} \times V \quad (1 \text{ 点})$$

装置: 低周波発振器2台、超音波距離センサー、データロガー

実験手順. ①温度計を使って気温 t を測定する。

t	℃
-----	---

 (1点)

処理. 気温から音速を求める。

$$\text{音速 } V = 331.5 + 0.6 \times t [^{\circ}\text{C}] = 331.5 + 0.6 \times \boxed{} [^{\circ}\text{C}] = \boxed{} \text{ m/s} \quad (1 \text{ 点})$$

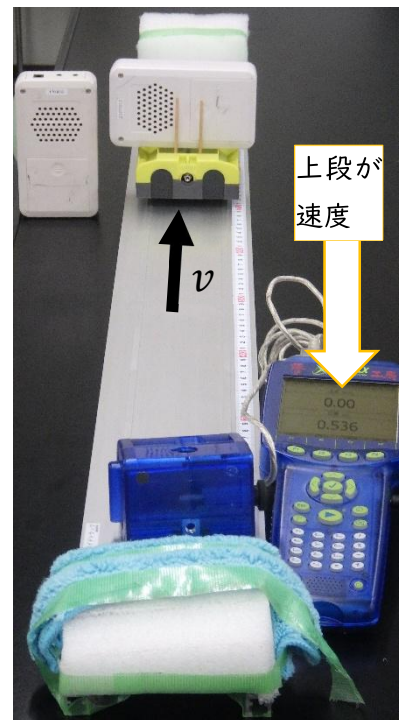
② ①の音速 V と自分の班の $f, \Delta f$ を使ってうなりが消えるはずの速さ v を計算する。

$$v = \boxed{} \text{ m/s} \quad (1 \text{ 点})$$

③ 2台の低周波発振器の振動数を周波数『UP』『DOWN』のボタンで下の表から班ごとにセットし『スピーカーボタン』を押す。2台の音量を合わせる。

④ 机上の実験台の端にデータロガーに接続した超音波位置センサーをセットし、カートに振動数 $f + \Delta f$ の低周波発振器をスピーカー側を手前に向けて置き、机上には振動数 f の低周波発振器をスピーカー側を手前に向けて置く。

⑤ 超音波位置センサー側に椅子を移動させて耳をスピーカーの高さになるように座り、データロガーのスタートボタンを押して測定開始し、低周波発振器を載せたカートに②で求めた速さの理論値で遠ざけ、うなりが消えるか確かめる。速さはデータロガーのデジタル表示から読み取る。



考察 理論値の速さでうなりが消えたか。(2点)

班	f	$f + \Delta f$	班	f	$f + \Delta f$	班	f	$f + \Delta f$
1	2070 Hz	2074 Hz	4	1725 Hz	1728 Hz	7	2875 Hz	2880 Hz
2	3450 Hz	3454 Hz	5	2300 Hz	2304 Hz	8	3550 Hz	3555 Hz
3	2760 Hz	2764 Hz	6	3105 Hz	3108 Hz	9	2567 Hz	2570 Hz