

1. 実験の目的 管楽器の音の鳴るしくみについて、縦笛を作ることで理解を深める。
2. 準備するもの ストロー (タピオカ用・直径約1cm)、カッター、カッター用下敷き定規、パソコン (オシロスコープとして利用)、リコーダー  
\*関数電卓として、スマートフォンを使用することを認める。

## 3. 手順

<実験 I> ドの音の縦笛を作成する (班員で協力して作成)

①振動数 261.63Hz のドより、2 オクターブ高いドの音について、管の長さを理論的に求める。

- ・管の長さの関係上、2 オクターブ高い音で作成する (1 オクターブ高いと振動数は 2 倍)。
- ・管は閉管で基本振動の場合とする。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{音速 : } V = 331.5 + 0.61t \text{ (気温 } t \text{ [}^\circ\text{C]、1 気圧の場合とする)} \\ \text{開口端補正 : } \Delta l = 0.61r \text{ (管の断面の半径 } r \text{ [m])} \end{array} \right.$$

管の長さ : \_\_\_\_\_ cm

②ストローで縦笛を作成する。

③ストローで音を鳴らして、振動数をオシロスコープで測定する。

- ・測定は 5 回行う。誤差の計算もする。
- ・音を出すときは、底を手で押さえて、ストローの口に斜めに空気を入れるとよい。
- ・オシロスコープで振動数を調べる際は、グラフ 1 枚分が 25ms であることから調べる。

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目
測定結果	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz

## ◎誤差の求め方

- ・測定値の平均値  $\bar{x}$  を求める。
- ・各測定値の平均値からのずれ  $v_i$  ( $i=1,2,\sim 5$ ) を求める。少ない場合はマイナス表記で。

・次式より、測定値の平均二乗誤差を求める。  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}}$  ( $n$  は測定回数。この場合  $n = 5$ )

- ・結果を  $\bar{x} \pm \sigma$  の形で表す。誤差は有効数字 2 桁で計算し、表記は 1 桁とする。

(例 :  $\times 0.25 \pm 0.095$ 、 $\bigcirc 0.25 \pm 0.10$      $\times 0.2532 \pm 0.00234$ 、 $\bigcirc 0.2532 \pm 0.0023$ )

測定結果 : \_\_\_\_\_ Hz

④実験がうまくいかなかった場合について、その原因を考え作成し直す。

・測定を1回行い、うまくいったか確認する。→ (測定結果:                      Hz)

<実験Ⅱ> リコーダーを用いて、音階のしくみを探る (班員で協力して行う)

①リコーダーを吹いて、低いドから高いドまでの12音階の振動数をオシロスコープで測定する。

・ソフトウェアの「メニューバー → 表示 → 振動数表示」で確認する。

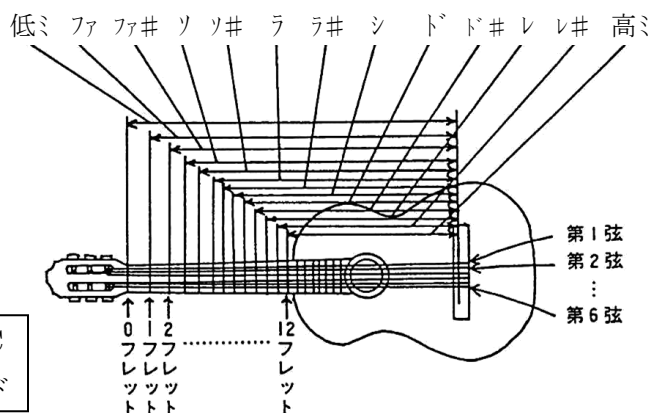
音	低ド	ド#	レ	レ#	ミ	ファ	ファ#	ソ	ソ#	ラ	ラ#	シ	高ド
振動数 [Hz]													

②測定した振動数より、音階 (12 平均律音階) の法則性を見つけよう。

**\*弦楽器に触れてみよう!**

- ・第6弦 (一番太い弦) を弾いて、音を出してみよう。
- ・0フレットでミの音になる。  
→開放弦 (何も押さえない)
- ・チューニングも試してみよう。  
→赤いランプが付かなければ OK

A	B	C	D	E	F	G	A	B	C
ラ	シ	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド



③ラ音の振動数（440.00Hzと880.00Hz）より、12音階の振動数を理論的に求めよ。

音	ラ	ラ#	シ	ド	ド#	レ	レ#	ミ	ファ	ファ#	ソ	ソ#	ラ
振動数 [Hz]	440												880

\*教科書（p.43）の値と比較してみよう。

<実験Ⅲ> 実験Ⅰ・Ⅱの結果を基に、他の高さの音の縦笛を作成する（各自で作成する）

①各自で1つ音を決めて、管の長さの理論値を計算する。 つくりたい音→（            ）

・音の振動数は上の表より、2オクターブ高い音にする。

管の長さ： \_\_\_\_\_ cm

②ストローで縦笛を作成する。実験Ⅰでうまくいかなかった要素も考慮して作成する。

③ストローで音を鳴らして、振動数をオシロスコープで測定する。

・測定は5回行う。誤差の計算もする。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
測定結果	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz

・測定値の平均二乗誤差  $\sigma$  を計算し、結果を  $\bar{x} \pm \sigma$  の形で表す。

測定結果： \_\_\_\_\_ Hz

#### 4. 考察・感想

- ①強く吹いた場合はどのように音の高さが変化するか考える。
- ②ピアノの最も低い音はラ (27.5Hz) であるが、この理由を考えよ。
- ③楽器について疑問に思う点をあげ、考察してみよう。
- ④今回の実験について、うまくいかなかった点があれば考察する。
- ⑤その他の考察を行う。
- ⑥感想を書く。

2年9組 番	班員：
月 日 ( ) 前半 ・ 後半	天気 温度 気圧