

# 【ギターの2つのアナログな調律の違い】

組	番	
---	---	--

## 目的

ギターには通常6本の弦があり、6弦を(ミ)、5弦を(ラ)、4弦を(レ)、3弦を(ソ)、2弦を(シ)、1弦を(ミ)に調律している。ここではデジタルチューナーを使わずに、440Hzの音叉一本を元に、倍音を利用した調律方法と、フレッドを押さえる通常の調律方法で、調律後の6本の弦の振動数のわずかな違いを調べる。

## 準備

440Hzの音叉、6弦のギター



## 実験1 倍音を使った調律

### 方法

- (1) 440Hzの音叉を使ってまず5弦を合わせる。5弦は110Hzのラに調律する必要がある。音叉の枝を持って付近のものにU字部分を当てて振動させ、音叉の枝の端をギターの板に当てて音を響かせると440Hzの音が聞こえる。これが消えないうちに素早く5弦の5フレッド付近に軽く指で触れてそこが節になるように弦をはじき4倍音のハーモニクス(440Hz)を出して音叉との「うなり」が消えるように**5弦を調律**する。
- (2) 5弦の7フレッドに軽く指を振れ弦を弾き3倍音のハーモニクスを鳴らし、続けて6弦の5フレッドに軽く指を振れ弦を弾き4倍音のハーモニクスを鳴らし「うなり」が消えるように**6弦を調律**する。
- (3) 4弦の7フレッドに軽く指を振れ弦を弾き3倍音のハーモニクスを鳴らし、続けて5弦の5フレッドに軽く指を振れ弦を弾き4倍音のハーモニクスを鳴らし「うなり」が消えるように**4弦を調律**する。
- (4) 3弦の7フレッドに軽く指を振れ弦を弾き3倍音のハーモニクスを鳴らし、続けて4弦の5フレッドに軽く指を振れ弦を弾き4倍音のハーモニクスを鳴らし「うなり」が消えるように**3弦を調律**する。
- (5) 6弦の5フレッドに軽く指を振れ弦を弾き4倍音のハーモニクスを鳴らし、続けて1弦の開放音を鳴らし「うなり」が消えるように**1弦を調律**する。
- (6) 1弦の7フレッドに軽く指を振れ弦を弾き3倍音のハーモニクスを鳴らし、続けて2弦の5フレッドに軽く指を振れ弦を弾き4倍音のハーモニクスを鳴らし「うなり」が消えるように**2弦を調律**する。

**課題1** 各弦の振動数を $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ とするととき、方法(1)～(6)でどのような関係式になるようにされたか読み解き、これを解いて各弦の振動数を求めよ。

(1)の関係式	$f_5 =$	Hz
(2)の関係式	$f_6 =$	Hz
(3)の関係式	$f_4 =$	Hz
(4)の関係式	$f_3 =$	Hz
(5)の関係式	$f_1 =$	Hz
(6)の関係式	$f_2 =$	Hz

## 実験2 フレッドを押さえる通常の調律

### 前提事項

#### 平均律の音程:

振動数を $2^{\frac{1}{12}} = 1.059463094 \dots$ 倍すると半音上がる(平均律)。これを12回繰り返すと、振動数は $(2^{\frac{1}{12}})^{12} = 2^{\frac{12}{12}} = 2^1 = 2$ 倍上がり音程は1オクターブ上がる(12階調)

#### ギターのフレッドと音程:

弦が振動する実質の長さ(半波長)の変化は、フレッドの部分で弦を押さえることで行う。開放弦の長さに対して1フレッドで押さえると弦の長さが $\frac{1}{2^{1/12}} =$



0.943874313倍だけ短くなり、2フレッドで押さえると1フレッドより弦の長さがさらに $\frac{1}{2^{12}} = 0.943874313$ 倍だけ短くな

るから、開放弦より $\left(\frac{1}{2^{12}}\right)^2 = 0.890898718$ 倍だけ短くなるようにフレッドは作られている。12フレッドで押さえると

$\left(\frac{1}{2^{12}}\right)^{12} = \frac{1}{2^{12}} = \frac{1}{2^1} = 0.5$ 倍で弦の長さが半分で波長が半分になり2倍の振動数で1オクターブ上の音が鳴る。

**ギター楽器:**

ギターの演奏は弦の基本振動。一本の弦の音程はフレッドを押さえて波長を変えて行く。伝搬速度は弦の張力と質量密度の比の平方根に反比例するので調律は弦の糸巻きを回して張力変化で行う。

方法

- (1) 440Hzの音叉を使ってまず5弦を合わせる。(実験1と同じ)
- (2) 5弦の開放音と6弦の5フレッドを押さえた音を鳴らして「うなり」が消えるように**6弦を調律**する。
- (3) 5弦の5フレッドを押さえた音と4弦の開放音を鳴らし「うなり」が消えるように**4弦を調律**する。
- (4) 4弦の5フレッドを押さえた音と3弦の開放音を鳴らし「うなり」が消えるように**3弦を調律**する。
- (5) 3弦の4フレッドを押さえた音と2弦の開放音を鳴らし「うなり」が消えるように**2弦を調律**する。
- (6) 2弦の5フレッドを押さえた音と1弦の開放音を鳴らし「うなり」が消えるように**1弦を調律**する。



**課題2** 各弦の振動数を $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ とすると、方法(1)~(6)でどのような関係式になるようにされたか読み解き、これを解いて各弦の振動数を求めよ。

(1)の関係式	$f_5 =$	Hz
(2)の関係式	$f_6 =$	Hz
(3)の関係式	$f_4 =$	Hz
(4)の関係式	$f_3 =$	Hz
(5)の関係式	$f_2 =$	Hz
(6)の関係式	$f_1 =$	Hz

**課題3** 実験1と2の各弦の振動数の違いを求めよ。(有効桁4桁)

弦	実験1 倍音	実験2 フレッド	実験1と2の差	弦	実験1 倍音	実験2 フレッド	実験1と2の差
6弦ミ $f_6$	Hz	Hz	Hz	3弦ソ $f_3$	Hz	Hz	Hz
5弦ラ $f_5$	Hz	Hz	Hz	2弦シ $f_2$	Hz	Hz	Hz
4弦レ $f_4$	Hz	Hz	Hz	1弦ミ $f_1$	Hz	Hz	Hz

**課題4** 倍音による調律をフレッドによる調律に合わせるには、調律時の各弦でのうなりの回数を何回にすれば可能か。