

モノコード

MK-T形

バイオリン、マンドリン、ギターなどの弦楽器から出るいろいろな音の高さは、その弦の振動数の大小によってきまります。また、振動数の大小は弦の長さ、弦の張力、弦の密度の大小によってきまります。

本器はこれらの関係をしらべるもので、つぎのような構造になっています。欠品の有無、破損していないかよくおしらべてください。

構造

1. 共鳴箱

長さ1メートル目盛つきの共鳴箱で、音が逃げないように底にゴム足がついています。

2. 滑車

垂直に働く力を水平に変えるための滑車で、おもりで張力を加減するとき 사용합니다。

3. 琴地

振動する弦の長さを変えるもので、弦の振動を共鳴箱に伝える役目も果たします。

4. 弦止め

弦の固定端をはめておきます。

5. 分銅受け(定量受け皿)

定量増おもりを載せるもので、この分銅受けも1kgに調整してあります。

6. 定量増おもり

1kgに調整してあり2弦分8個は付属しています。分銅受けが1kgですから、全部載せるとそれぞれ5kgになります。

7. 予備の弦

太サ 0.3mm, 0.6mm 1組の予備の弦がついています。解荷の際確認しておいてください。

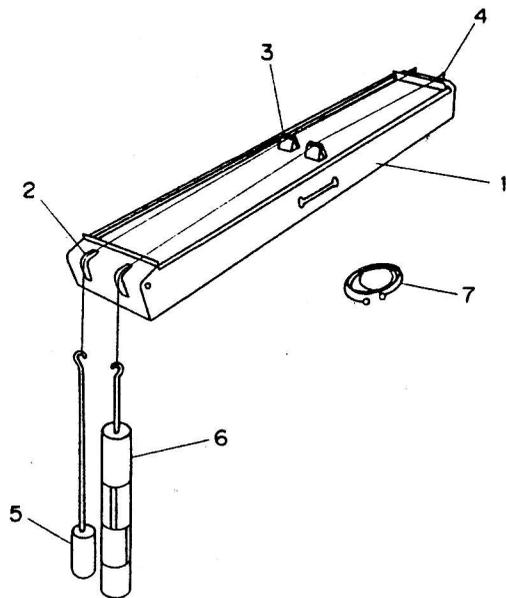


図1 装置の内容

実 験

〔実験1〕 弦の振動と弦の張力、長さ、太サの関係をしらべる。

1) 弦の振動は 張力の平方根に比例する。

細い方の弦の中央(50cmの個所)に琴地をおき、おもりを1, 2……5と増しながら弦をはじめて音を聞いてみます。

張力が増すと振動数が大きくなり、音は高くなるのがわかります。

つぎに、弦の振動は張力の平方根に比例することを実験で確かめてみましょう。

う。オシレータ 1台, スピーカ 1個を準備してください。

準備ができましたら図2のように配置して、オシレータの電源スイッチを入れます。

弦を指ではじいて、音聞き スピーカから聞える音の高さが同じになるよう オシレータのつまみをまわして加減します。このときのオシレータの目盛(周波数)を見れば弦の振動数を計ることができます。

おもりの数を変えてそれぞれの振動数を計り 弦の振動が張力の平方根に比例すること確かめてください。

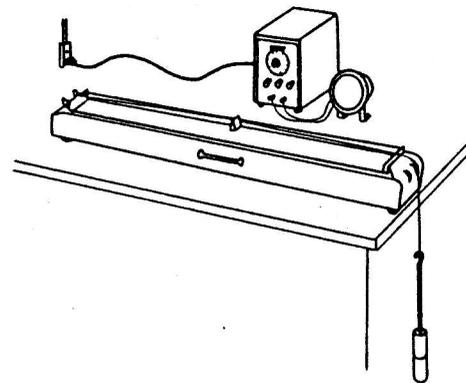


図2 聴覚による振動数の測定

おもりの数	実測振動数	張力の平方根
1	118	$\sqrt{1}=1.000$
2	165	$\sqrt{2}=1.414$
3	205	$\sqrt{3}=1.732$
4	230	$\sqrt{4}=2.000$
5	265	$\sqrt{5}=2.236$

細い方の弦の弦長50cmにして実験した例です。

2) 弦の振動は 弦の長さ に逆比例する。

細い弦側におもりを全部減せておきます。琴地を 50 cm のところにおき指さきで軽くはじいて音を聞いておき、琴地を 25 cm のところにおいてもう一度音を聞きます。音の高さは 2 倍（振動数が 2 倍）になることがわかります。

このことから弦の振動数は長さに逆比例することが証明できます。

また 琴地を $\frac{1}{3}$ (33.3 cm) あるいは $\frac{1}{4}$ (25 cm) の位置において、内分された 2 線を交互にはじいて実験してください。琴地を境として長い方の振動数を 1 とすると 短い方の振動数は、それぞれ 2 倍と 3 倍になります。

3) 弦の振動は 単位長の質量の平方根に逆比例する。細い弦、太い弦両方に同量のおもりを吊り下げる張力は等しくなります。それぞれの振動数をオシレータを使って測定をおこないます。

〔実験 2〕 弦の振動状態をしらべる。

まず バイオリンの弓と、長さ 2 cm、幅 0.5 cm ぐらいに切った小紙片を 20 枚ほど用意してください。そして小紙片は 2 つに折っておきます。

小紙片を弦にかけて、バイオリンの弓で静かに振動させますと ちょうど波の腹の部分の紙片が動き出します。そして節にあたる部分の紙片はほとんど停止しています。

琴地を $\frac{1}{2}$ (50 cm)、 $\frac{1}{3}$ (33.3 cm)、 $\frac{1}{4}$ (25 cm) のところにおいて実験してください。弓と反対側の弦の振動状態がよくわかります。

(図 3)

〔実験 3〕 おんさと弦を共鳴させる。

さきのバイオリンの弓と小紙片のほかにおんさを用意します。おんさはなるべく持続時間の長いものがよく 振動数は 150~450 c/s ぐらいが適当です。

細い方の弦に小紙片をかけて琴地を適当な位置においてください。

おんさを鳴らして共鳴箱の上面に密着させ 琴地の位置を少しずつつ移動させますと小紙片がおどり出します。この場合 弦がおんさと共鳴したことになります。

なお うまく共鳴しない場合は、弦の張力を加減（おもりの数を増減）してください。

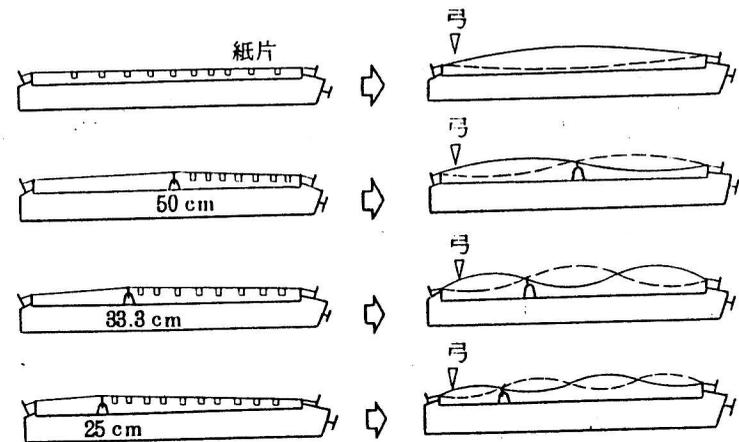


図 3 小紙片を弦にかけて振動状態をしらべる

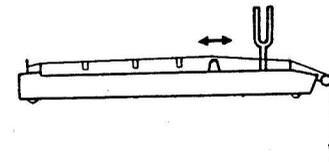


図 4 おんさと弦との共鳴をしらべる

参 考

1. 弦の振動数 n はつぎの式であらわされます。

$$n = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{T}{m}} \quad \begin{array}{l} \ell : \text{弦の長さ} \\ m : \text{弦 1cm あたりの質量} \\ T : \text{弦の張力} \end{array}$$

なお 倍振動の場合の振動数はこの整数倍であります。

2. 音階の相対振動比は

$$\begin{array}{cccccccc} \text{do} & \text{re} & \text{mi} & \text{fa} & \text{sol} & \text{la} & \text{si} & \text{do} \\ 1 & : \frac{9}{8} & : \frac{5}{4} & : \frac{4}{3} & : \frac{3}{2} & : \frac{5}{3} & : \frac{15}{8} & : 2 \end{array}$$

したがって モノコードで音階を奏するには 振動弦長の比を逆数にとればよいわけです。

すなわち 振動弦長を 1 とすれば

$$\begin{array}{cccccccc} \text{do} & \text{re} & \text{mi} & \text{fa} & \text{sol} & \text{la} & \text{si} & \text{do} \\ 1 & : \frac{8}{9} & : \frac{4}{5} & : \frac{3}{4} & : \frac{2}{3} & : \frac{3}{5} & : \frac{8}{15} & : \frac{1}{2} \end{array}$$

にすればメロディを奏することができます。

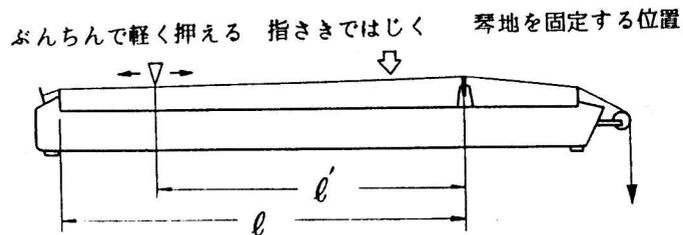


図5 モノコードで音階をつくる

本器の弦長は、1m ですが共鳴箱の効果を出すために琴地をはめてください。
したがって図5において、琴地を $\ell = 600\text{mm}$ のところに固定したとすると

ℓ' (mm)	600	533	480	450	400	360	320	300
目盛り上のぶんちんの位置	0	67	120	150	200	240	280	300

にすればメロディを奏することができます。

保存, 手入れ

1. 使用後は おもりをはずして弦をゆるめておいてください。
2. 弦はピアノ線ですから、長く放置するときびます。保存の際は ミシン油またはグリースを塗ってください。
3. 共鳴箱の上板はとくに大切にしてください。キズやヒビなどが生じると、はなはだしいときには共鳴しなくなります。

注 意

おもりを全部のせると 5kg の荷重(張力)がかかります。万一 弦が切れると危険ですから あまり高い机の上での実験はさけてください。