

## 【実験】弦の定常波（実験書）

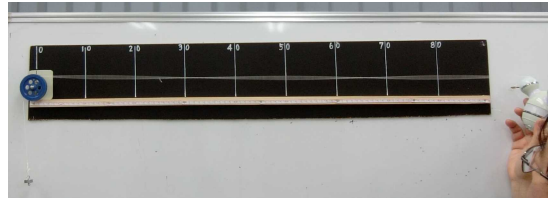
【目的】固有振動をしている弦の定常波の波長と弦の張力の関係を調べる。

【準備物】振動源（バイブレーター）、黒いベニヤ板、糸、おもり、滑車（磁石付）、金属板、メジャー

### 【実験の方法】

#### 1 装置の試作

黒いベニヤ板にメジャーと磁石付滑車を貼り付ける。金属板を接着する。金属板に滑車をつけ、滑車の中心から目盛をつける。



#### 2 弦に生じる定常波の波長の測定

①振動源（バイブレーター）に糸を接続し、反対側に 10g のおもりを滑車を通して吊るし、振動源と滑車の間の糸を水平に保つ。

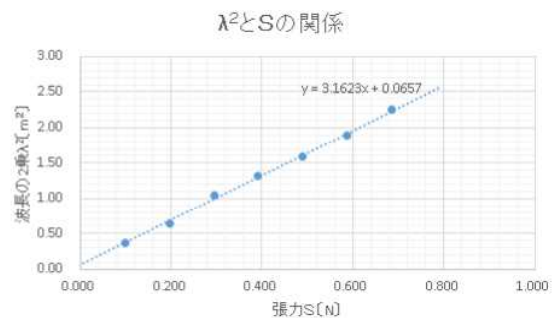
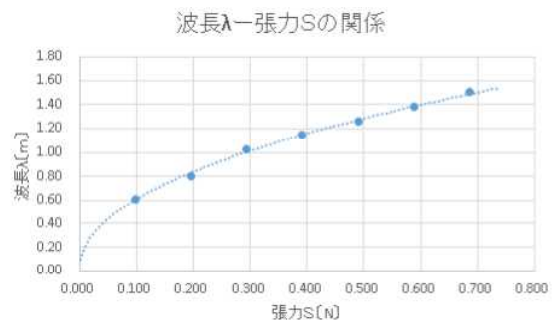
②振動源を振動させ、定常波ができたところで、腹の数  $m$  と節と節の間の距離  $L$  [cm] を読み取り、波長  $\lambda$  [cm] を求める。

③振動源を左右に動かし、別の位置で定常波ができたところで、②と同様に腹の数と節と節の間の距離を読み取り、波長を求める。④つぎにおもりを増やし、同様に②③の測定を行う。

⑤おもりの張力  $S$  [N] は、 $S = Mg$  ( $g$ ; 重力加速度) とし実験結果をまとめ、波長  $\lambda$  と張力  $S$  の関係をグラフにする。

### 【実験結果】

おもりの質量 $M$ [g]	張力 $S$ [N]	腹の数 $m$ [個]	糸の長さ $L$ [m]	波長 $\lambda'$ [m]	波長の平均 $\lambda$ [m]	波長の2乗 $\lambda^2$ [m <sup>2</sup> ]
10	0.098	2	0.59	0.59	0.61	0.37
		3	0.95	0.63		
20	0.196	1	0.40	0.80	0.81	0.65
		2	0.81	0.81		
30	0.294	1	0.50	1.00	1.03	1.05
		2	1.05	1.05		
40	0.392	1	0.56	1.12	1.05	1.32
		2	1.18	1.18		
50	0.490	1	0.63	1.26	1.26	1.59
60	0.588	1	0.69	1.38	1.38	1.90
70	0.686	1	0.75	1.50	1.50	2.25



### 【考察】

①定常波の波長  $\lambda$  と張力  $S$  の間にどのような関係があると言えるか。グラフの縦軸を  $\lambda$  だけでなく  $\lambda^2$  などとして関係を見つける。

②振動源の振動数  $f$  は一定である。  $v = f \lambda$  を考慮すると、糸を伝わる波の速さ  $v$  と張力の間

にどのような関係があると言えるか。

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C	気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %

## 【実験】弦の定常波（レポート）

【目的】固有振動をしている弦の定常波の波長と弦の張力の関係を調べる。

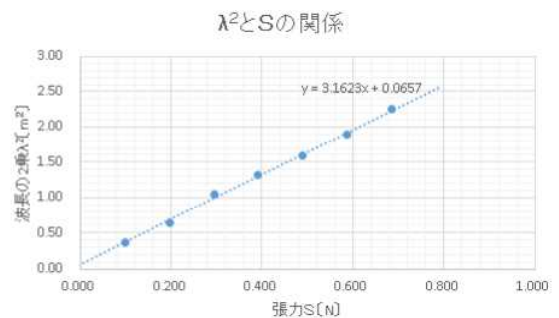
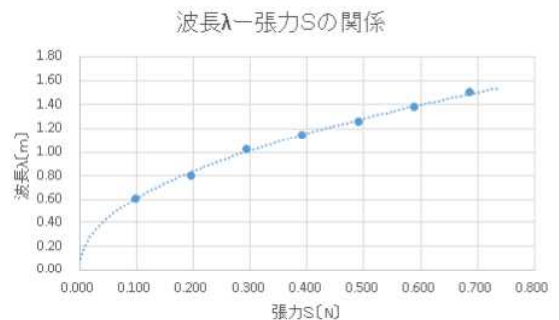
【準備物】振動源（バイブレーター）、黒いベニヤ板、糸、おもり、滑車（磁石付）、金属板、メジャー

【理論】

弦を伝わる速さ  $v$  [m/s] は、弦の単位長さの質量（線密度） $\rho$  [kg/m] と弦の張力  $S$  [N] によって決まると考えられる。よって、 $v = k\rho^x S^y$  と表されると仮定すると、次元解析より、[m/s] = [kg/m]<sup>x</sup> [kgm/s]<sup>y</sup> を解いて、 $x = (1) -1/2$  ,  $y = (2) 1/2$  となる。よって、 $v = k \times (3) \sqrt{S/\rho}$   $k$ ; 比例定数 と表される。

【実験結果】

おもりの質量 $M$ [g]	張力 $S$ [N]	腹の数 $m$ [個]	糸の長さ $L$ [m]	波長 $\lambda'$ [m]	波長の平均 $\lambda$ [m]	波長の2乗 $\lambda^2$ [m <sup>2</sup> ]
10	0.098	2	0.59	0.59	0.61	0.37
		3	0.95	0.63		
20	0.196	1	0.40	0.80	0.81	0.65
		2	0.81	0.81		
30	0.294	1	0.50	1.00	1.03	1.05
		2	1.05	1.05		
40	0.392	1	0.56	1.12	1.05	1.32
		2	1.18	1.18		
50	0.490	1	0.63	1.26	1.26	1.59
60	0.588	1	0.69	1.38	1.38	1.90
70	0.686	1	0.75	1.50	1.50	2.25



【結果と考察】

○考察

- ・【理論】より、波が弦を速さ  $v = k\sqrt{S/\rho}$  だから、定常波の波長は、 $\lambda = v/f$ 。  
よって、 $\lambda^2 = (k/\rho f^2) S$  だから  $\lambda^2 - S$  関係が直線になることが検証できる。
- ・原点を通らない理由として、①おもりによって弦が伸び線密度が小さくなる、②おもりをつけない状態を初期状態とするとたるんだ状態でも中央付近に張力  $S_0$  が存在する、などの考察が考えられる。

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C 気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %	

## 【実験】弦の定常波（レポート）

【目的】固有振動をしている弦の定常波の波長と弦の張力の関係を調べる。

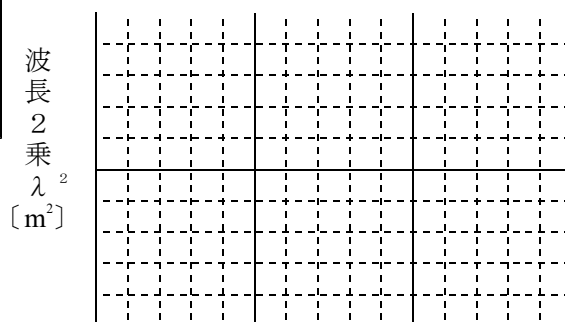
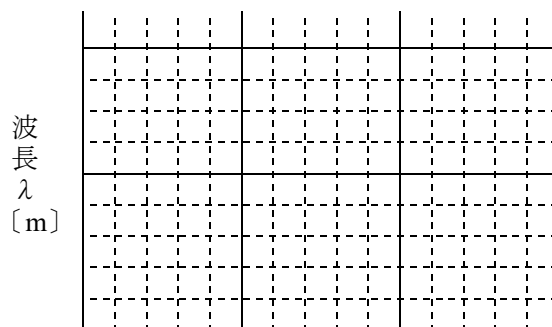
【準備物】振動源（バイブレーター）、黒いベニヤ板、糸、おもり、滑車（磁石付）、金属板、メジャー

### 【理論】

弦を伝わる速さ  $v$  [m/s] は、弦の単位長さの質量（線密度） $\rho$  [kg/m] と弦の張力  $S$  [N] によって決まると考えられる。よって、 $v = k\rho^x S^y$  と表されると仮定すると、次元解析より、[m/s] = [kg/m]<sup>x</sup> [kgm/s]<sup>y</sup> を解いて、 $x =$  (① )、 $y =$  (② ) となる。よって、 $v = k \times$  (③ ) ( $k$ ; 比例定数) と表される。

### 【実験結果】

おもりの質量 $M$ [g]	張力 $S$ [N]	腹の数 $m$ [個]	糸の長さ $L$ [m]	波長 $\lambda'$ [m]	波長の平均 $\lambda$ [m]	波長の2乗 $\lambda^2$ [m <sup>2</sup> ]
10						
20						
30						
40						
50						
60						
70						



### 【結果と考察】

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C 気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %	