

实验报告：阻尼振动和受迫振动

谢泽钰¹

1. 实验小结

1.1. 数据记录.

表 1. 定性观察弦的振动，研究 f 和 N 关系

N	f
1	33.34 Hz
2	66.76 Hz
3	100.08 Hz
4	133.42 Hz

1.1.1. 定性观察弦的振动，研究 f 和 N 关系.

表 2. 定性观察弦的振动，研究 f 和 L 关系

L	f
30cm	112.27 Hz
35cm	98.34 Hz
40cm	86.40 Hz
45cm	78.56 Hz
50cm	69.87 Hz
55cm	64.01 Hz

1.1.2. 定性观察弦的振动，研究 f 和 L 关系.

¹ 致理书院，致理-数 02，学号 2020012544
E-mail address: xie-zy20@mails.tsinghua.edu.cn.
Date: 2024 年 5 月 6 日.

表 3. 测量 f 和 T 关系

T	f
1.96 N	44.72 Hz
3.92 N	63.30 Hz
5.88 N	77.60 Hz
7.84 N	89.36 Hz
9.80 N	100.01 Hz
11.76 N	109.92 Hz

1.1.3. 测量 f 和 T 关系.

表 4. 测量 f 和 ρ 关系

ρ	f
ρ_1	133.60 Hz
ρ_2	100.01 Hz
ρ_3	71.78 Hz
ρ_4	53.12 Hz
ρ_5	41.20 Hz
ρ_6	32.67 Hz

1.1.4. 测量 f 和 ρ 关系.

表 5. 研究弦线的线密度、弦长、张力、基频与波速的关系

N	理论	实际
1	133.48 Hz	133.60 Hz
2	100.00 Hz	100.01 Hz
3	71.63 Hz	71.78 Hz
4	52.92 Hz	53.12 Hz
5	41.18 Hz	41.20 Hz
6	32.35 Hz	32.67 Hz

1.1.5. 研究弦线的线密度、弦长、张力、基频与波速的关系.

1.2. **实验结论.** 通过实验，我们验证了以下弦振动公式

$$(1) \quad f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

2. 原始数据

从公式 $f = \frac{N}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho}}$ 可知，弦振动频率与 N 、 L 、 T 、 ρ 诸多因素有关，可以简单采取单变量变化的形式来分别研究。

1. 定性观察弦的振动，研究 f - N 关系

33.34, 66.76, 100.08, 133.42

选用粗弦，在弦长 $L=50.0\text{cm}$ 、张力 $T=9.80\text{N}$ 条件下，用信号发生器和电磁起振器对弦进行驱动，观察弦振动的特征，观察形成 $N=1, 2, 3, \dots$ 驻波的情况，并测量共振频率 f ，分析 f 与 N 的关系。

2. 定性观察弦的振动，研究 f - L 关系

选用中粗弦，在张力 $T=9.80\text{N}$ 条件下，用信号发生器和电磁起振器对弦进行策动，观察形成 $N=1$ 驻波的情况，在 30.0cm 到 55.0cm 范围内间隔 5.0cm 改变弦长测量相应的基频频率 f ，用最小二乘法拟合 f - $1/L$ 直线关系，并与理论公式比较给出结论。

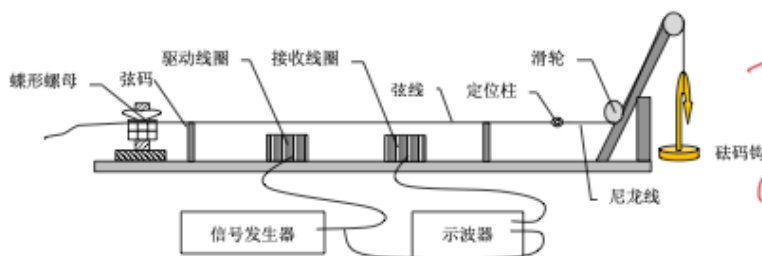


图2 整体仪器结构图

3. 测量 f - T 关系

44.72, 63.30, 77.60, 89.36, 100.01, 109.92

选用细弦，保持 L 不变，在 1.96N 到 11.76N 之间改变弦上所加张力，测量相对应的基频频率 f 。

N 、 L 、 ρ 一定的情况下，设 f 与 T 之间的函数关系是 $f = kT^p$ ， k 、 p 为未知常数，请根据实验数据用最小二乘法拟合求常数 k 、 p 。比较 p 与理论值 0.5 之间的相对偏差，同时由 k 反推求弦线密度的大小，并与给定的参考值做比较。

4. 测量 f - ρ 关系

$N = 1, L = 50\text{cm}, T = 9.8\text{N}, f_{\text{list}} = [133.60, 100.01, 71.78, 53.12, 41.20, 32.67]$

保持 N 、 L 、 T 不变，分别测量 1#—6# 弦的基频振动频率 f 。

N 、 L 、 T 一定的情况下，设 f 与 ρ 之间的函数关系是 $f = m\rho^n$ ， m 、 n 为未知常数，根据实验数据用最小二乘法拟合求常数 m 、 n ，比较 n 与理论值 -0.5 之间的相对偏差。

*5. 研究弦线的线密度、弦长、张力、基频与波速的关系

选取(1) —(4)所得的部分实验数据，计算弦上波的传播速度实验值 $v = \lambda f = \frac{2L}{N} f$ 及理论预测 $v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$ ，并比较两者的相对偏差。参考表格如表 1。

Theorem: 133.48, 100.00, 71.63, 52.92, 41.18, 32.35

Actual: 133.60, 100.01, 71.78, 53.12, 41.20, 32.67

图 1. 原始数据记录页