

实验题目：气垫导轨上滑块的运动

学号：205730 姓名：陈书杰 班级：软件201 成绩：91
 同组人：朱伟峰 实验日期、时段：9月18日 四时段 教师签名：

一、实验目的与要求

1. 掌握如何使用气垫导轨和光电计数器
2. 学习用气垫导轨测重力加速度
3. 观察简谐振动，测定简谐振动的周期
4. 研究弹簧振子振动周期与质量的关系

二、实验仪器

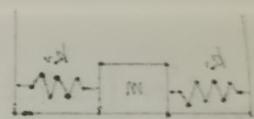
① L-QG-T-2000/5.8型气轨（主要由导轨、滑块、气源、光电门等组成）

② 滑块

（气垫导轨上滑块）

③ 光电开关装置

（气垫导轨上滑块）



三、实验原理（用自己的语言组织）

1. 验证动量守恒定律

设两滑块质量分别为 m_1 和 m_2 ，碰撞前速度 v_1 和 v_2 ，碰撞后速度分别为 v'_1 和 v'_2 ，根据动量守恒定律，有：

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

进行弹性碰撞研究时，给滑块装上缓冲弹簧，即可视为弹性碰撞，有动能守恒。

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v'_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v'_2^2$$

$$\text{可得 } v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2} \quad \text{若 } v_2 = 0, \text{ 则滑块2静止，则 } v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}$$

$$v'_2 = \frac{-(m_1 - m_2)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2} \quad v'_2 = \frac{2m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

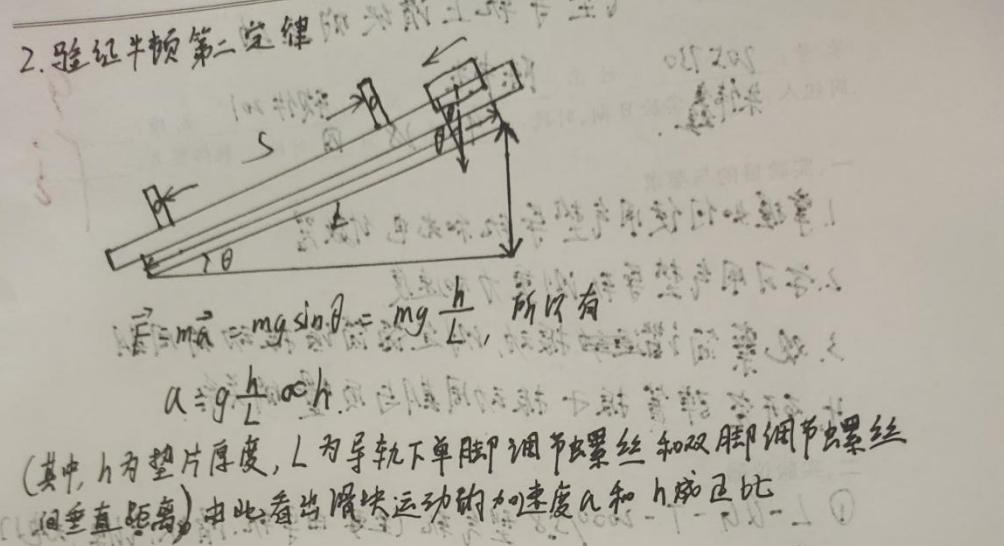
两个滑块①质量相等，彼此相撞速度

② 若 $m_1 < m_2$ ，相碰后 m_1 将反向，速度为负值， $m_2 \gg m_1$ ，则 $v'_1 \approx -v_1, v'_2 \approx 0$

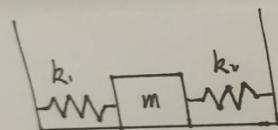
河北工业大学物理实验中心网址：<http://wlzx.hebut.edu.cn>

③ 若 $m_1 > m_2$ ，两者将同向运动。

• 235 •



3. 简谐振动的研究



如果将滑块从平衡位置向右移动距离 x , 则滑块在弹力 $F = -(k_1 + k_2)x$ 的作用下, 有

$$(m + m_0) \frac{d^2x}{dt^2} = -(k_1 + k_2)x$$

$$\text{令 } \omega^2 = \frac{k_1 + k_2}{m + m_0}, \text{ 则有 } \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \Rightarrow x = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

(x_0 为振幅, ω 为振动的圆频率)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m + m_0}{k_1 + k_2}}$$

振动周期与振幅无关, 只和 m , m_0 , k_1 , k_2 有关

四、实验内容与步骤

1. 调试系统

① 进行初步的仪器维护和调试

② 调节气垫导轨水平

a. 静态调平 b. 动态调平

2. 测量内容

① 用完全弹性碰撞验证动量守恒

① 验证 v_2 是否等于 v_1' , 或 v_1 是否等于 v_2'

② 验证牛顿第二定律

让滑块静止下滑, 记录加速度, 重复多次.

研究简谐振动

① 研究振动周期与振幅的关系

② 研究振动周期与滑块质量关系

3. 注意事项

① 滑块的下表面与导轨表面经过精密加工, 不得损坏

② 应先打开气源, 然后放滑块
装结束时, 先取下滑块再
关闭气源

五、数据记录 (数据表格自拟)

验证牛顿第二定律

滑块的加速度 $a/cm \cdot s^2$	h/cm	$2h/cm$	$3h/cm$	$4h/cm$
滑块的加速度 $a/cm \cdot s^2$	11.75	22.32	33.03	44.11

$h=0.95cm$

02.11

简谐振动的研究

振幅 / cm	5	10	15	20	25
50周期 / s	68.95	68.99	69.096	69.138	69.158
周期 T/s	1.3786	1.3798	1.3819	1.3828	1.3832
平均值	1.3813				
质量块数	0	50	100	150	200
50周期 / s	69.063	73.970	78.610	82.963	87.072
周期 T/s	1.3813	1.4794	1.5722	1.6593	1.7410

滑块质量

$$m = 338.859$$

弹簧质量

$$m_1 = 5.919$$

弹簧2质量

$$m_2 = 5.859$$

单摆周期的测定

实验目的：通过实验，使学生了解单摆的周期与哪些因素有关，从而掌握单摆的周期公式。

实验原理：单摆的周期公式为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ，其中 L 为摆长， g 为重力加速度。本实验通过改变摆长和测量周期，来验证此公式。

实验器材：单摆、刻度尺、秒表、游标卡尺、米尺等。

实验步骤：

- 将单摆悬挂在铁架台上，使摆线长度为 L ，并记录下来。
- 用米尺量出摆长 L ，并记录下来。
- 用秒表测出单摆完成 n 次全振动所需的时间 t ，并记录下来。
- 计算单摆的周期 $T = \frac{t}{n}$ 。
- 根据单摆周期公式计算重力加速度 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ 。

六、数据处理(要有详细过程,包括不确定度计算等) $4.0 \quad 46.72$

在 a-h 图示上取两点 $(1.5, 17.95)$ $(\cancel{2}, \cancel{1})$

$$k = \frac{46.72 - 17.95}{4.0 + 1.5} = \cancel{11.50}$$

$$g = kL = \frac{11.50 \times 86.0}{11.50} = \cancel{989.69} \text{ cm/s}^2$$

$$= 9.8969 \text{ m/s}^2$$

$$g_2 = kL = 11.50 \times 86.0 = 989.69 \text{ cm/s}^2$$

$$g_2 = 9.8969 \text{ m/s}^2$$

<math display="

七、实验分析
①实验前需调平滑轨，其次气垫导轨是经过精密加工的。

*应减少摩擦。

②检查轨面上气孔是否堵塞，轨供气后用薄的小纸条

逐一检查气孔，发现堵塞要用细铜丝通一下。

③释放滑块不能施加力。

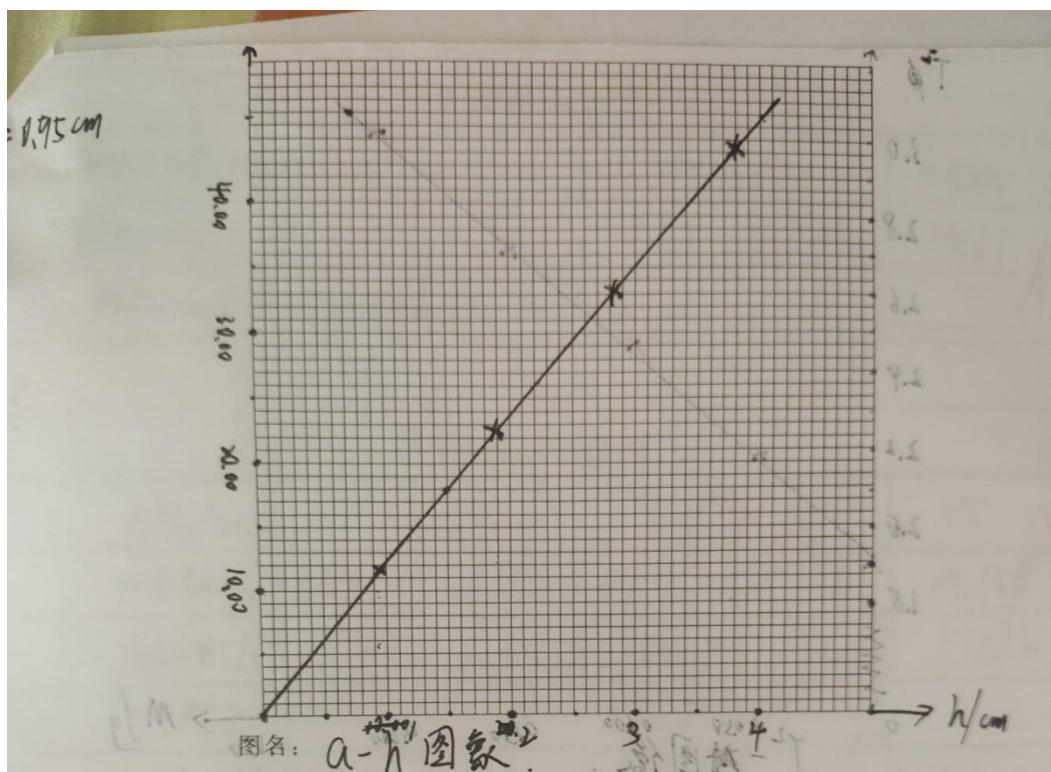
思考题与思维拓展：

1. 气垫导轨未调平会受重力加速度的影响，会影响实验结果。
因运动方向，可能使碰撞后测得的动量不守恒，要调平
滑轨，减小摩擦而后可精准测量。

2. 注意在气垫导轨未通气时不要将滑块放在导轨上，要让气
垫静止5s。

3. 振幅要控制准确，加配重时重新调节。

4. 读数太大会导致偏大。



河北工业大学物理实验中心网址: <http://wlzx.hebut.edu.cn>

• 289 •

网上选课地址: <http://202.113.124.190>

三、实验原理(用自己语言组织)(m₁+m₂)

1. 验证动量守恒定律

设两滑块质量分别为 m₁ 和 m₂, 碰撞前速度 v₁ 和 v₂, 碰撞后速度分别为 v'₁ 和 v'₂, 根据动量守恒定律, 有:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad (m_1 + m_2)$$

进行弹性碰撞研究时, 给滑块装上缓冲弹簧, 即可视为弹性碰撞, 有动能守恒。

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v'_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v'_2^2 = T$$

$$\text{得 } v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2} \quad \text{若 } v_2 = 0, \text{ 则滑块 2 静止, 则 } v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}$$

