

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:

同组人: 朱伟 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. 观察简谐运动, 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-2000/58型气轨 (主要由导轨、滑块、气源、光电门等组成)

② 滑块

③ 光电转换装置

三、实验原理 (用自己语言组织)

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 , 相碰后速度分别为 V_1' 和 V_2' , 根据动量守恒定律, 有

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = m_1 \cdot V_1' + m_2 \cdot V_2'$$

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:

$$\frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 = \frac{1}{2} m_1 V_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2'^2$$

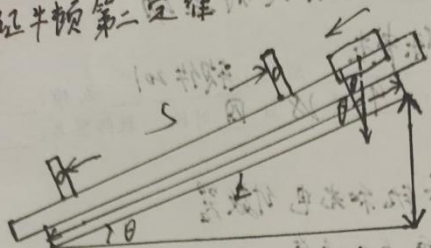
$$\text{可得 } \begin{cases} V_1' = \frac{(m_1 - m_2)V_1 + 2m_2 V_2}{m_1 + m_2} \\ V_2' = \frac{-(m_1 - m_2)V_2 + 2m_1 V_1}{m_1 + m_2} \end{cases}$$

$$\text{若 } V_2 = 0, \text{ 即滑块2静止, 则 } \begin{cases} V_1' = \frac{(m_1 - m_2)V_1}{m_1 + m_2} \\ V_2' = \frac{2m_1 V_1}{m_1 + m_2} \end{cases}$$

两个滑块 ① 质量相等, 彼此交换速度

② 若 $m_1 < m_2$, 相碰后 m_1 将反向, 速度为负值, $m_2 > m_1$, 则 $V_1' < 0$, $V_2' > 0$ ③ 若 $m_1 > m_2$, 两者滑相碰后同向运动河北工业大学物理实验中心网址: <http://wlzx.hebut.edu.cn>地址: <http://202.113.124.190>

2. 验证牛顿第二定律

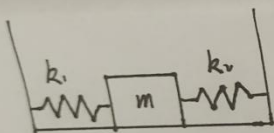


$$\vec{F} = m\vec{a} = mg \sin \theta = mg \frac{h}{L}, \text{ 所以有}$$

$$a = g \frac{h}{L} \propto h$$

(其中 h 为垫片厚度, L 为导轨下单脚调节螺丝和双脚调节螺丝间垂直距离) 由此看出滑块运动的加速度 a 和 h 成正比

3. 简谐振动的研究



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

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

其中 m_0 为弹簧的质量

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

(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

② 验证 v_2 是否等于 v_1' , 或 v_1 是否等于 v_2'

③ 验证牛顿第二定律

让滑块静止下滑, 记录加速度, 重复多次

④ 研究简谐振动

⑤ 研究振动周期与振幅的关系

⑥ 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
实验结束时, 先取下滑块再
关闭气源

③ 导轨和滑块表面有污物或
灰尘时, 可用棉纱蘸酒精
擦拭

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

$h = 0.95 \text{ cm}$

简谐振动的研究

振幅/cm	5	10	15	20	25
50周期/s	68.951	68.991	69.096	69.138	69.158
周期AT/s	1.3786	1.3798	1.3819	1.3828	1.3832
T平均值	1.3813				

配重物/g	0	50	100	150	200
50周期/s	69.063	73.970	78.610	82.963	87.072

周期AT/s	1.3813	1.4794	1.5722	1.6593	1.7410
--------	--------	--------	--------	--------	--------

滑块质量

$m = 338.85 \text{ g}$

弹簧1质量

$m_1 = 5.91 \text{ g}$

弹簧2质量

$m_2 = 5.85 \text{ g}$

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

网上选课地址: <http://202.113.124.190>

实验目的：① 验证简谐运动的周期公式；② 测定重力加速度的大小。

实验原理：① 简谐运动的周期公式为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ；② 重力加速度的测定方法。

实验器材：① 弹簧、砝码、秒表、刻度尺等。

实验步骤：① 安装实验装置；② 测量周期；③ 计算重力加速度。

六、数据处理(要有详细过程,包括不确定度计算等)

在 $a-h$ 图象上取两点 $(1.5, 17.95)$ ($4.0, 46.72$)

1. 斜率 $k = \frac{46.72 - 17.95}{4.0 - 1.5} = 11.50$

$g = kL = 11.50 \times 86.0 = 998.76 \text{ cm/s}^2$

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

1.5	17.95	4.0	46.72
2.0	23.80	5.0	58.10
3.0	35.20	6.0	69.50
4.0	46.72	7.0	81.00
5.0	58.10	8.0	92.50
6.0	69.50	9.0	104.00
7.0	81.00	10.0	115.50
8.0	92.50	11.0	127.00
9.0	104.00	12.0	138.50
10.0	115.50	13.0	150.00

$a-h$ 图象呈线性关系

简谐运动中，周期 T 与振幅无关。

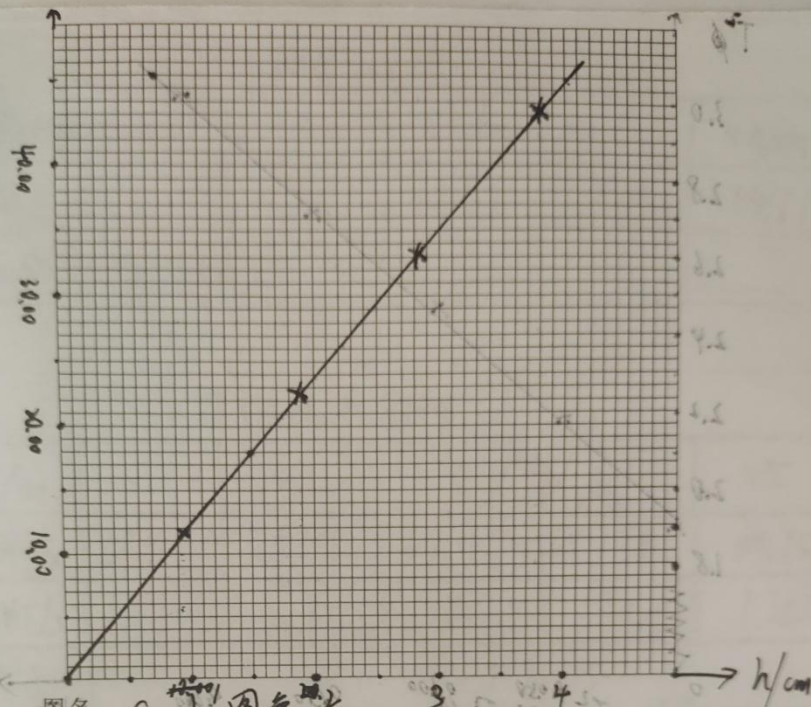
七、实验分析

- 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，气轨供气后，用薄的小纸条
逐一检查气孔，发现堵塞要用细钢丝通一下。
- 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，要气
垫静止5s
3. 振幅要控制准确，加配重时重新调节。
4. 又偏大会导致偏大。

1.95 cm



图名: $a-h$ 图象

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

网上选课地址: <http://202.113.124.190>

• 289 •

三、实验原理(用自己语言组织)

1. 验证动量守恒定律

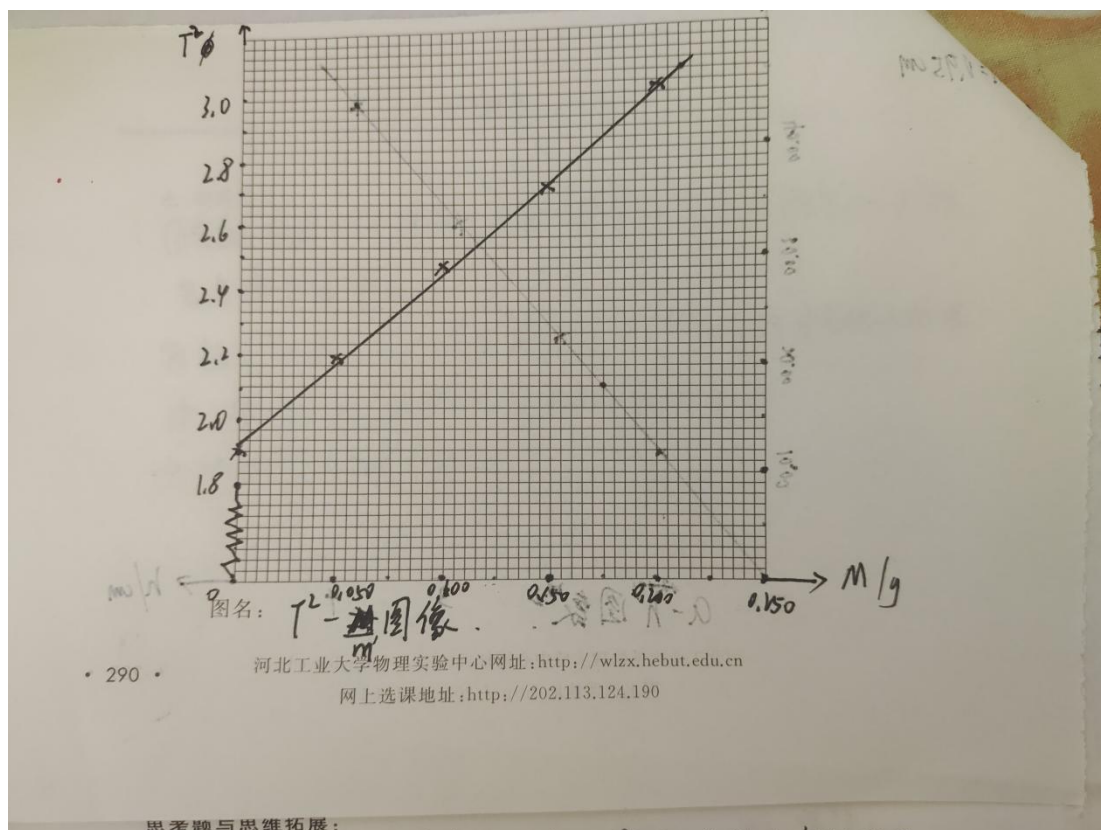
设两滑块质量分别为 m_1 和 m_2 , 碰撞前速度 v_1 和 v_2 , 碰撞后速度分别为 v_1' 和 v_2' , 根据动量守恒定律, 有

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

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

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

可得 $v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$ 若 $v_2 = 0$, 即滑块 2 静止, 则 $v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}$



验证牛顿第二定律

滑块1加速度 $a_1 / (\text{cm} \cdot \text{s}^{-2})$	h / cm	$2h / \text{cm}$	$3h / \text{cm}$	$4h / \text{cm}$
滑块1加速度 $a_1 / (\text{cm} \cdot \text{s}^{-2})$	11.15	22.32	33.03	44.11
滑块2加速度 $a_2 / (\text{cm} \cdot \text{s}^{-2})$				

h. L.

姓名: 班级: . . .

简谐振动的研究

振幅/cm	5	10	15	20	25
50周期t/s	68.931	68.991	69.096	69.138	69.158
周期T/s	1.3786	1.3798	1.3819	1.3818	1.3832
T平均值	1.3813				
配重块质量/g	0	50	100	150	200
50周期t/s	69.063	73.970	78.610	82.963	87.072
周期T/s	1.3813	1.4794	1.572	1.6593	1.7414

三、实验四