



广西师范大学
GUANGXI NORMAL UNIVERSITY

大学物理实验(I)

牛顿第二定律 的验证

▶ 授课老师 - 周厚兵





实验目的

1

掌握正确使用气垫导轨的方法

2

学会用光电计时系统测量短暂时间的方法

3

掌握测量物体速度和加速度的方法



实验原理

- 1 牛顿第二定律：物体加速度的大小跟作用力成正比，跟物体的质量成反比，即： $F = ma$
- 2 动力学核心内容，在经典力学中占据重要地位
- 3 验证牛顿第二定律的两种途径：
 - 1) 验证 m 一定时， a 与 F 成正比；
 - 2) 验证 F 一定时， a 与 m 成反比。





实验方法

忽略阻力，砝码的重力 F 就等于作用在系统上合外力的大小。系统的质量 M 即为砝码的质量 m_1 、滑块的质量 m_2 和滑轮的折合质量 $\frac{I}{r^2}$ 的总和，根据牛顿第二定律：

$$F = (m_1 + m_2 + \frac{I}{r^2})a \quad (1)$$

导轨上相距 S 的两处放置两光电门 k_1 和 k_2 ，测出此系统在砝码重力作用下滑块通过两光电门的速度 v_1 和 v_2 ，则系统的加速度 a 等于：

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

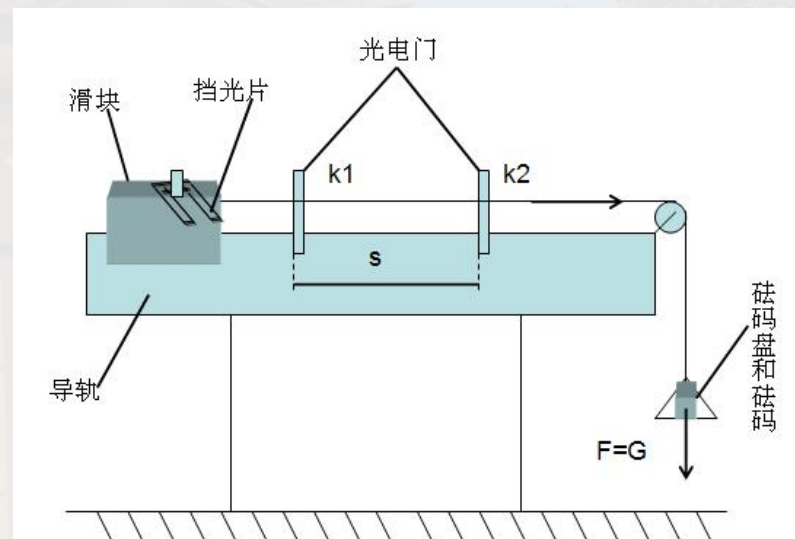


图1 实验装置侧面图

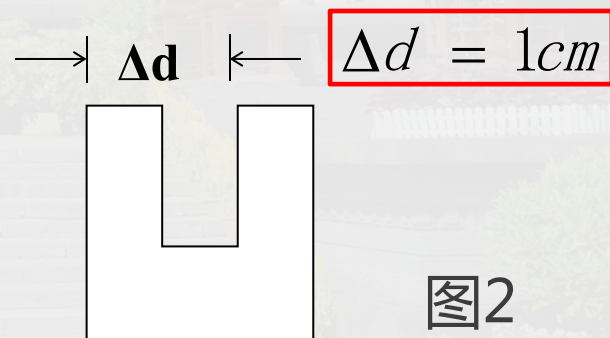


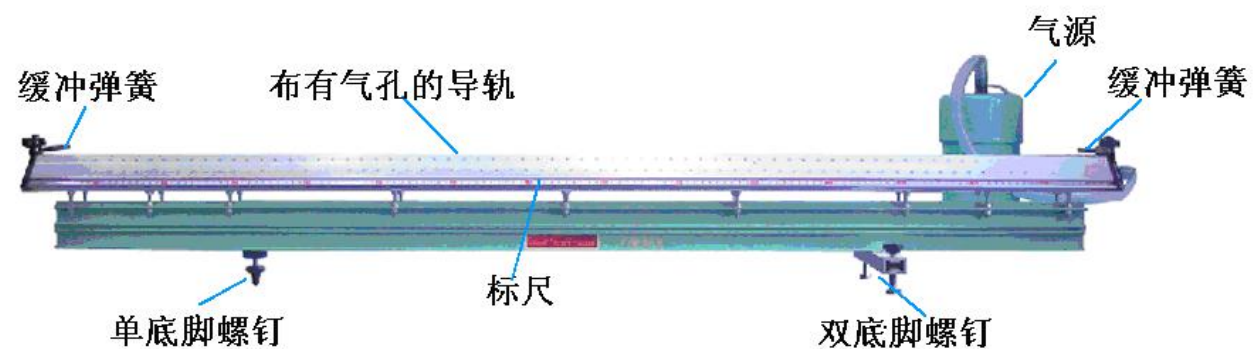
图2



主要实验仪器



1、光电计数器



2、气垫导轨



实验步骤

1 调整气垫导轨，让滑块能在气垫导轨上作匀速运动。

1) 粗调：将两个光电门置于相距 60—70 cm 的位置上，开始供气，调节底座螺旋，使滑块能停在两光电门的中间处保持约 2 秒钟基本不移动（或少于移动的位移 1cm）。

2) 细调：将滑块从导轨的右端推一下（用力不要过猛），测量出它通过两光电门的时间 t_1 、 t_2 ，通过调节底座螺旋使 t_1 、 t_2 尽量接近，当 t_1 、 t_2 的相对差异小于 1% 时，达到实验测量要求。



实验步骤

2 验证 M 一定时， a 与 F 成正比。

- 1) 打开数字毫秒计时器，选择“加速度”档，将滑块与砝码盘按要求连接好，分别测量出 v_1 、 v_2 、 Δt 和加速度 a ；
- 2) 逐次从滑块上取下砝码加到砝码盘上，重复上述的测量。
- 3) 从上述测量中任意抽取 5 组数据，计算出不同的作用力下的加速度与作用力的比值，若比值很接近，说明 a 与 F 成正比。



数据表格

数据记录：挡光片的挡光距离 $\Delta d =$ 厘米

次数	砝码质量 $m(g)$	光电门 1 $\Delta t_1(ms)$	光电门 2 $\Delta t_2(ms)$	两光电门 $\Delta t(ms)$	速度 1 $v_1(cm/s)$	速度 2 $v_2(cm/s)$	加速度 $a(cm/s^2)$
1							
2							
3							
4							
5							



数据表格

- 1 $F_1 = G_1 = m_1 g$
:
 $F_5 = G_5 = m_5 g$
- 2 求比值： $k_i = \frac{a_i}{F_i}$ 即：k1 , k2 , k3 , k4 , k5。
- 3 求 k 的平均值 $\bar{k}$
- 4 求最大相对误差 $\frac{k_{\max} - k_{\min}}{\bar{k}} \times 100\% = \text{代入数据} = \dots$
- 5 结论：在最大相对误差小于（ ? ）范围内，.....
- 6 误差分析



实验总结

1

利用气垫导轨测量物体在不同外力下的加速度

2

计算加速度与合外力的比值：
 $K=a/F$

3

验证牛顿第二定律



注意事项

- 1 防止碰伤轨面和滑块
- 2 检查轨面喷气孔是否堵塞
- 3 使用前要用沾了少许酒精的纱布擦拭轨面及滑块的内表面
- 4 选择合适的挡光首先检查计时装置是否正常
- 5 气轨不供气时，不要在轨上推动滑块
- 6 调节导轨底座调平螺丝，使其水平
- 7 实验后取下滑块，盖上布罩。



思考题

- 1 能否将导轨设置成某一固定角度来做该实验？为什么？
- 2 造成本实验的系统误差主要有哪些？如何避免或减小？
- 3 挡光片安装在滑块的两端或者中心对实验结果是否有影响？为什么？
- 4 对于 F 与 a 之间关系图，如果直线不经过原点，试分析其原因。
- 5 用平均速度代替瞬时速度对本实验的结果有何影响？



广西师范大学
GUANGXI NORMAL UNIVERSITY

大学物理实验(I)

感谢您的观看



授课老师 - 周厚兵

