

实 验 报 告

11 系 20 级 3 班

郭耸霄 PB20111712

2021 年 4 月 2 日

自由落体法测重力加速度实验报告

1 实验目的

- 1、学会用自由落体法测重力加速度。
- 2、用误差分析的方法，学会选择最有利的测量条件减小测量误差。

2 实验原理

根据牛顿运动定律，自由落体的运动方程为：

$$h = \frac{1}{2}gt^2, \quad (1)$$

其中 h 是下落距离， t 是下落时间。但在实际工作中， t 的测量精度不高，利用（1）式很难精确测量重力加速度 g 。

本实验用卷尺测 h ，采用双光电门法测 t 。光电门 1 的位置固定，即小球通过光电门 1 时的速度 v_0 保持不变，小球通过光电门 1 与光电门 2 的高度差为 h_i ，时间差为 t_i ，改变光电门 2 的位置，则有：

$$h_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2}gt_1^2,$$

$$h_2 = v_0 t_2 + \frac{1}{2}gt_2^2,$$

.....

$$h_n = v_0 t_n + \frac{1}{2}gt_n^2.$$

两端同时除以 t_i ：

$$\overline{v_1} = \frac{h_1}{t_1} = v_0 + \frac{1}{2}gt_1,$$

$$\overline{v_2} = \frac{h_2}{t_2} = v_0 + \frac{1}{2}gt_2,$$

.....

$$\overline{v_n} = \frac{h_n}{t_n} = v_0 + \frac{1}{2}gt_n.$$

测出系列 h_i 、 t_i 利用线性拟合可求出当地的重力加速度 g 。

实 验 报 告

11 系 20 级 3 班

郭耸霄 PB20111712

2021 年 4 月 2 日

3 实验器材

自由落体装置（刻度精度 1cm，计时精度 0.1ms）、大小两个小钢球、接球的小桶、铅垂线。

4 测量记录

表一——原始数据 1（大球）

实验次数	1	2	3	4	5	6
两个光电门间距/cm	80.0	75.0	70.0	65.0	60.0	55.0
大球通过第一个光电门的时间/ms	158.8	159.0	158.8	158.5	158.8	158.7
大球通过第二个光电门的时间/ms	433.0	421.1	408.0	395.8	383.0	369.4
大球通过两个光电门的时间差/ms	274.2	262.1	250.0	237.3	224.2	210.7

表二——原始数据 2（小球）

实验次数	7	8	9	10	11	12
两个光电门间距/cm	80.0	75.0	70.0	65.0	60.0	55.0
小球通过第一个光电门的时间/ms	162.6	162.7	162.6	162.5	162.7	162.6
小球通过第二个光电门的时间/ms	435.3	423.5	411.3	398.7	385.8	372.0
小球通过两个光电门的时间差/ms	272.9	260.8	248.7	236.2	223.1	209.4

实 验 报 告

11 系 20 级 3 班

郭耸霄 PB20111712

2021 年 4 月 2 日

5 分析与讨论

5.1 数据处理

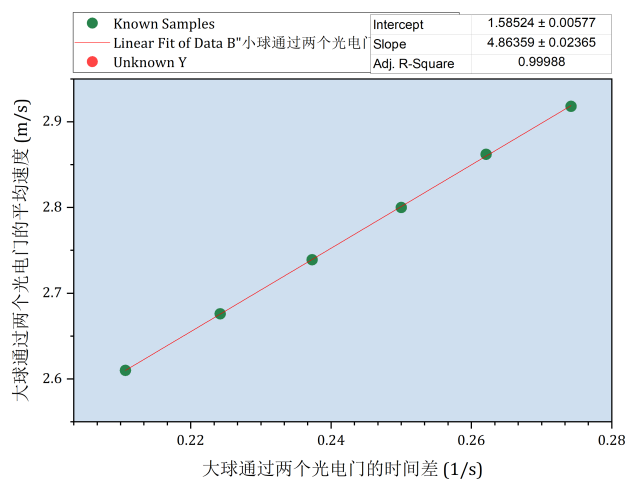


图 1: 利用 Origin2020 对大球组数据进行线性拟合的结果

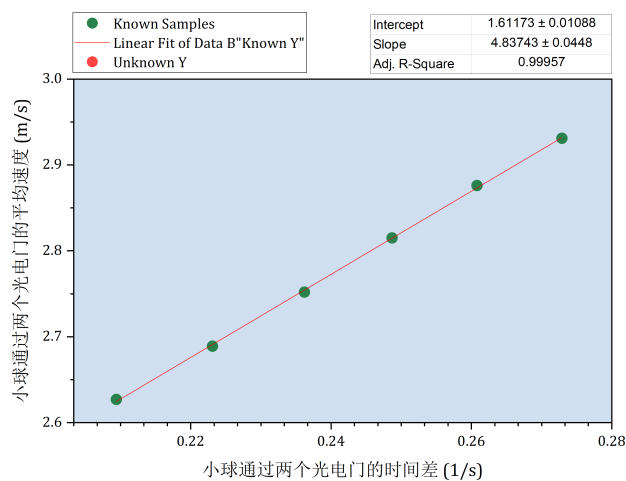


图 2: 利用 Origin2020 对小球组数据进行线性拟合的结果

实 验 报 告

11 系 20 级 3 班

郭耸霄 PB20111712

2021 年 4 月 2 日

根据实验原理，重力加速度大小为图线斜率的两倍。

对于大球组，有：

$$g_1 = (9.67 \pm 0.05)m/s^2,$$

对于小球组，有：

$$g_2 = (9.67 \pm 0.09)m/s^2.$$

5.2 误差分析

1、系统误差：

存在不可忽略的空气阻力。由于存在空气阻力，测得的平均速度比真实值略小，以致最终结果比当地重力加速度略小。

2、随机误差：

(1) 球的体积不可忽略。只要球的任一位置遮挡光电门，便会触发数据采集，这样在球做不易察觉的斜抛时将会造成放大的影响，表现在图 1、2 中的数据点散落在直线的两侧。

(2) 装置不易竖直放置。即使使用铅垂线校准，也不容易使得标尺杆与水平面垂直，会是下落距离测量不准。

5.3 实验讨论

具体讨论见思考题。

6 思考题

1、在实际工作中，为什么利用 (1) 式很难精确测量重力加速度？

很难做到释放重物的同时计时，即使使用磁力装置，由于电磁铁有剩磁，释放的准确时间无法得知，导致时间测量的准确程度较低。

2、为了提高测量精度，光电门 1 和光电门 2 的位置应如何选取？

应该多次在较大范围等梯度选取。

实 验 报 告

11 系 20 级 3 班

郭耸霄 PB20111712

2021 年 4 月 2 日

3、利用本实验的装置，如何测量小球下落到某个位置的瞬时速度？

将两个光电门紧贴着放在需要测量速度的位置，可以将其间的平均速度视为这一点的瞬时速度。

4、利用本实验装置，你还能提出其他测量重力加速度 的实验方案吗？

只使用一个光电门，多次改变光电门的位置，得到相同重物下落不同高度所需时间，根据公式 $\frac{h}{t} = \frac{1}{2}gt$ 得到线性回归方程，数据处理方法与本实验类似。