力学

平移运动

自由落体

测定重加速度

- 测定一个球体下落高度 h （从释放装置到目标接盘之间的高度）所需时间 t
- 绘制匀加速的位移/时间点图
- 验证下落距离与时间平方成比例
- 计算重力所产生的加速度

UE103030
06/06 JS

基本原理

如果一个处于地球重力场中的物体从高度 h 下落到地面上，在自由落体的速度小到可以忽视空气摩擦力的时候，那么它会受到一个常加速度 g 的作用。这样一个落体运动称为自由落体。在这个实验中，将一个钢球悬停在释放装置上。一旦钢球开始自由落体，一个数字计数器就会启动。当其下落高度 h 之后，钢球就会撞击到位于底部的目标接盘，那么数字计数器就会停止在测定时间 t。由于球在开始下落之前，也就是时间 $t_0 = 0$ 时为静止的，因此球的初速度为 0，也就是 $v_0 = 0$ 。因此时间 t 所经过的距离是可以表示为：

（1） $$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

不同下落距离的结果应作为成组数值填入位移/时间图中。小球下落通过的距离 h 是时间 t 的非线性函数，可通过对比测量数据的直线拟合与抛物线拟合显示出来。为获得线性图，有必要绘制下落距离与下落时间的二次方的图形。通过该线的坡度，可计算出重力加速度 g。

图 1：用于测量钢球下落时间与触发机制和靶板距离之间函数关系的实验装置。

所需仪器

1 自由落体装置 U8400810

1 数字计数器 U8533351

1 组 15 根安全线，75 cm U14200

装置安装

- 装配自由落体实验装置，并设定下落高度为h =65 cm，确保释放手柄指向下方。
- 如图 2 所示连接电子计数器。
- 使用释放机构的一个销子让钢球悬停。

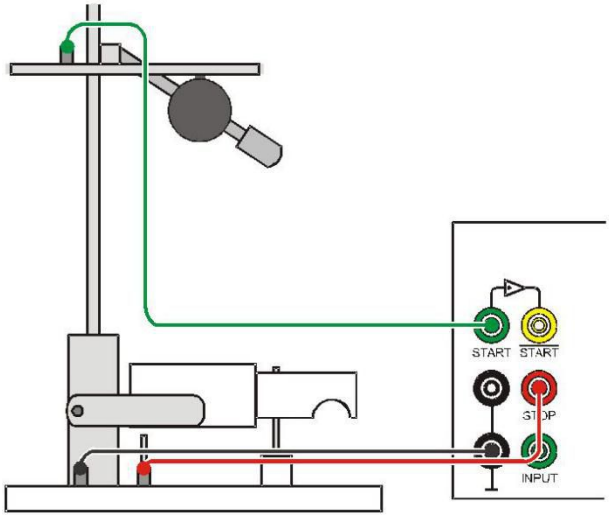

图 2：电子计数器与装置相连接

实验程序

- 抬起释放手柄，开始自由落体运动。
- 当钢球击中靶板时，测量并记录下落时间 t。
- 通过滑动释放机构，以 5 厘米为单位减少下落高度 h，并确定各种情况下的下落时间 t。

测量示例

表 1：下落高度 h 和下落时间 t 的测量值

h(cm)	t(ms)	h(cm)	t(ms)
0	0	35	270
5	104	40	289
10	144	45	308
15	176	50	324
20	204	55	336
25	228	60	354
30	249	65	369

评价

第一个方法：

使用以下下落高度实验数据计算下落时间和下落高度之间的相关性， h0 = 5 cm, h1 = 20 cm 和 h2 = 45 cm:

$$\frac{t(4\cdot h_0)}{t(h_0)}=\frac{204ms}{104ms}=1.96$$

$$\frac{t(9\cdot h_0)}{t(h_0)}=\frac{308ms}{104ms}=2.96$$

发现下落时间之比为 3:2:1，下落高度之比为 9:4:1，在实验准确性范围之内。换而言之，下落高度与下落时间的二次方成比例

：$h \propto t_2$。

第二种方法：

a) 在位移/时间图中绘制测量结果（参见图 3）：

把抛物线与测量值相拟合，表明经过的距离 h 并非时间 t 的线性函数。

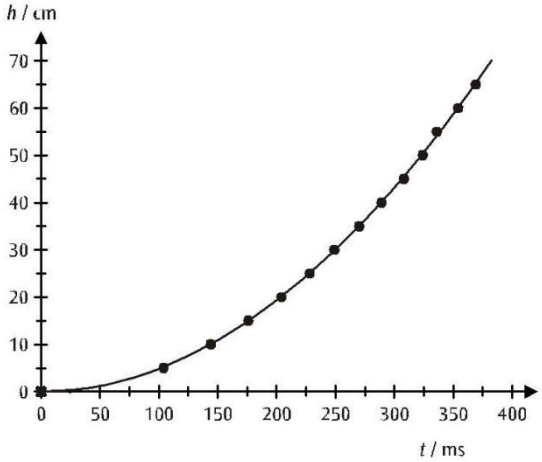

图 3：自由落体的时间位移图

b）绘制下落距离与下落时间的二次方之间的函数图，二者呈线性化关系(参见图 4)：

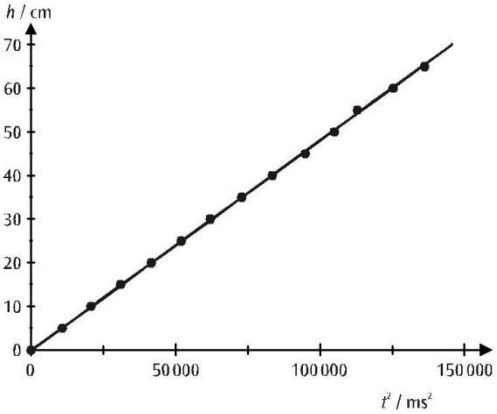

图 4：高度与时间平方关系图

经过原点的匹配线与原数据之间相拟合，证实了公式(1)。重力加速度可通过该线的斜率计算获得。

$$g = 2 \cdot A = 9.6 \frac{m}{s^2}$$