

# 平抛运动演示仪的改进与实验设计\*

冯永清 王 林

(宁夏大学物理电气信息学院 宁夏 银川 750021)

(收稿日期:2017-02-25)

**摘要:**通过对现有平抛运动演示仪的改进,使学生通过调节平抛运动演示仪上塑料圈的位置,直观地显示出小球水平抛出后的抛物线轨迹,并且利用运动的比例关系通过测量得出平抛运动在水平方向上做匀速直线运动。

**关键词:**实验改进 平抛运动 运动的分解与合成

在高中物理教学中,实验教学与演示操作是教学过程中非常重要的环节.平抛运动作为高中物理教学中的一节,扮演着很重要的角色,但是其实验操作与演示通常会存在很多问题.比如,通过实验室现有关于平抛运动的演示仪不能直观地得到小球做平抛的轨迹,而现有的实验仪器是通过小球平抛后落到接球槽且与白板撞击,并且撞击时通过复写纸在白纸上打下点,然后移动接球槽再打点,最后得到平抛运动的轨迹.这种方法不能在小球一次落下便直观地看到小球运动的轨迹.然后本人通过知网论文检索发现有很多平抛运动实验的改进,笔者一一研读了这些文章,发现总有不足之处.

下面笔者通过对实验室现有仪器进行改进,使小球在水平抛出后便能在白板上留下平抛运动的轨迹,并且对竖直方向做自由落体运动和水平方向做匀速直线运动分别进行了验证.

## 1 实验仪器的改进

### (1) 仪器装置

金属小球2个,白纸1张,磁条2个,平抛运动演示仪一套,带有双面胶的塑料圈,直尺.

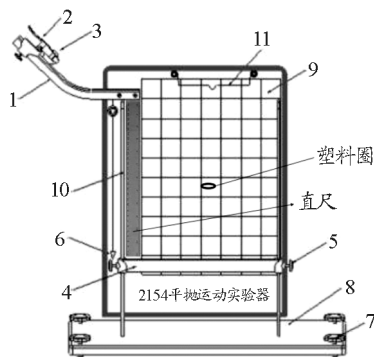
### (2) 制作材料

打孔器,502胶水,直径稍微大于金属小球的圆形塑料圈,双面胶等.

### (3) 制作方法

首先找到直径略大于金属小球的塑料圆圈,将塑料圆圈的一边稍微磨平,并粘上双面胶,如此制作

若干个.然后用螺丝刀将平抛运动演示仪上的平抛导轨取下,用打孔器将直尺打出和平抛导轨一样距离和大小孔,接着将直尺竖直放在平抛运动演示仪屏板左侧并且保持直尺的零刻度线与平抛导轨水平面同一高度,然后用刚拿下的螺丝穿过平抛导轨与直尺的孔并固定住直尺.完成上述步骤我们的仪器制作就完成了,改进后的实验仪器组装图,如图1所示.



1. 平抛导轨 2. 抛球开关 3. 钢球 4. 接球槽  
5. 小旋钮 6. 重锤 7. 调平螺栓 8. 底板 9. 屏板  
10. 支杆 11. 纸夹(或改为磁铁压纸)

图1 改进后的实验仪器组装图

改装后的实验仪器与原实验仪器相比没有太大变化,我们只是做了稍微的改变,制作过程非常简单,材料也非常易得.下面我们将用制作出来的新设备进行演示实验.

## 2 平抛运动轨迹的得出

### 2.1 原有仪器平抛运动轨迹的得出

#### 2.1.1 实验步骤

\* 2016年研究教育创新计划项目,项目编号:YXW201604;2016年宁夏高校科研项目,项目编号:NGY2016054

作者简介:冯永清(1993-),男,在读研究生,研究方向为物理教育.

指导教师:王林(1959-),男,教授,主要从事物理课程与教学论、教育技术研究.

(1) 按照图 2 组装实验仪器。

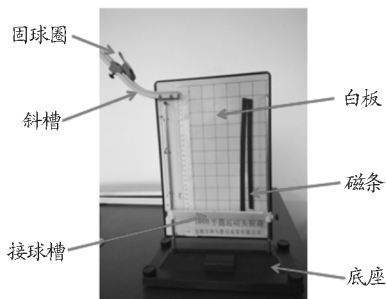


图 2 原有仪器组装好仪器

(2) 将复写纸和白纸用磁条固定在实验器白板上。

(3) 将接球槽推至最上方。

(4) 小球放在斜槽的固球圈中。

(5) 释放小球, 将在白纸上打出点。

(6) 将接球槽向下移动适当距离, 再释放小球, 将会打出新的点。多次重复。

(7) 取下白纸, 将会得到小球在白纸上打出的一系列点。

(8) 用平滑的曲线连接各点, 将会得到平抛运动的轨迹, 如图 3 所示。

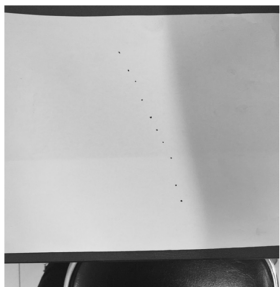


图 3 平抛运动轨迹

### 2.1.2 实验仪器的不足之处

此种方法虽然也得出了平抛运动的轨迹, 但不能让学生很容易理解, 因为通常我们看到的平抛运动的轨迹如流星一样划出的是一条连续的弧线, 所以这种方法不能直观地让学生观察并得出平抛运动的轨迹, 因此我们进行了改进。

## 2.2 改进后的平抛运动轨迹的得出

### 2.2.1 实验步骤

(1) 按照改装后的仪器设备组装实验仪器;

(2) 用磁条或纸夹将白纸固定在屏板上(此时不再需要复写纸, 因为不需要打点);

(3) 将小球放在平抛导轨的抛球开关中(抛球开关可以移动, 以便让小球的水平初速度可以改变);

(4) 准备好我们刚刚制作好的带有双面胶且大小稍微大于金属小球的塑料圈 10 个左右;

(5) 打开斜槽上的挡板, 使小球做平抛运动, 在白板上用带有双面胶的塑料圈标记金属小球经过的轨迹, 再一次释放金属小球, 调整白板上的塑料圈的位置, 使小球刚好能从塑料圈中间穿过, 多次释放小球并且对塑料圈进行调整使最后一次释放小球时能让小球顺利通过所有的塑料圈, 如图 4 所示;

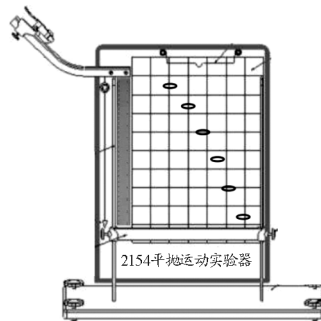


图 4 做平抛运动的小球顺利通过白板上的塑料圈

(6) 然后用笔标记每一个塑料圈粘贴的位置, 如此我们也就得到了平抛运动的轨迹图。

### 2.2.2 改进后实验仪器的优点

实验仪器经过以上方法的改进, 可以一次性形成平抛运动的轨迹图, 塑料圈的摆放位置代表小球平抛运动时所经过的位置, 且小球可以数次穿过所有塑料圈, 使实验具有可重复性, 更具说服力。而原实验仪器通过上下移动接球槽使落下来的小球在到达接球槽位置时与白板发生碰撞, 碰撞时通过复写纸便在白纸上留下印记。这种得到平抛运动轨迹图的方法, 由于碰撞时的反弹会打出多个点, 使实验存在误差。而我们改进后的实验仪器恰好不需要撞击, 从而解决了以上问题。

## 3 验证平抛运动在竖直方向上做自由落体运动

通过以上实验我们已经得到了平抛运动的轨迹, 现在我们对平抛运动进行分解并验证平抛运动在竖直方向上做自由落体运动。

步骤如下:

(1) 将平抛竖落仪挂在平抛运动演示仪屏板的顶端;

(2) 按照图 5 将两金属球放在平抛竖落仪上;

(3) 将平抛竖落仪上的小锤拉起击打小球, 金属片把 A 球沿水平方向抛出, 同时 B 球被松开, 自由下落;

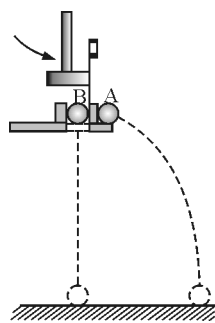


图 5 平抛竖落仪

(4) 用我们已经制作好的塑料圈标记出 A 球的下落轨迹, 并将小锤拉起相同高度重复试验, 使小球能顺利地通过所有标记的塑料圈;

(5) 在 B 球的竖直下方用塑料圈标记出 B 球的下落轨迹, 并且使 B 球下方的塑料圈与 A 球轨迹标记中的每一个塑料圈保持同样的高度, 如图 6 所示;

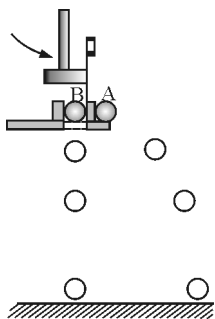


图 6 两球运动轨迹标记的每一个塑料圈保持同样高度

(6) 观察两小球的落地情况并注意听两小球的落地声音。

通过以上演示实验, 我们会观察到 A 和 B 两小球总是能同时经过同一高度塑料圈并且落地时我们会听到只有一次的撞击声音, 从而我们总结出了平抛运动在竖直方向上与自由落体运动的小球是同步的, 由此证明了平抛运动在竖直方向上做自由落体运动。

#### 4 验证平抛运动在水平方向做匀速直线运动

通过以上实验已经验证了平抛运动在竖直方向上做自由落体运动, 并且通过高中物理必修 1 运动章节的学习我们已经知道: 初速度为零的匀加速直线运动相同时间内通过的位移之比为  $1:3:5:7\dots$  要想证明平抛运动在水平方向做匀速直线运动, 我们需要证明在平抛运动中相同时间内通过的水平位移是否相同? 如果相同时间内小球做平抛运动在水平方向上经过位移相同则证明平抛运动在水平方向做匀速直线运动。由此我们设计以下实验验证。

在学习平抛运动之前我们已经学习了运动的分解与合成, 意味着学生已经掌握了各分运动之间存在同时性, 因此我们从已知的竖直方向的运动入手使水平方向相邻位移时间间隔相同, 通过测量位移验证水平方向的运动情况。具体操作如下。

由于拍照后不能很好地说明, 因此通过作图表

达。如图 7 所示, 我们从直尺的零刻度开始取  $y_1$  长为 2 cm, 在与 2 cm 刻度水平位置粘贴塑料圈, 使小球下落时刚好能穿过塑料圈。然后我们再取  $y_2$  长为 6 cm, 并且在直尺 8 cm 刻度的水平位置粘贴塑料圈, 使小球平抛落下时刚好能通过塑料圈。与上述操作一样, 我们再取  $y_3$  为 10 cm, 并且粘贴塑料圈, 使平抛落下的小球穿过塑料圈, 如图 7 所示。这样我们就得到  $y_1:y_2:y_3=1:3:5$ , 而在竖直方向小球做自由落体运动, 故在竖直方向小球经过  $y_1, y_2, y_3$  所用时间相等。从而我们得到小球经过 3 个塑料圈所用时间相等, 即小球在水平方向经过  $x_2, x_3$  的时间也是相等的, 我们通过测量得到  $x_2, x_3$  之间的距离非常接近, 而小球穿过每个塑料圈经过的时间又相等, 由此我们便可证明小球在水平方向做匀速直线运动。

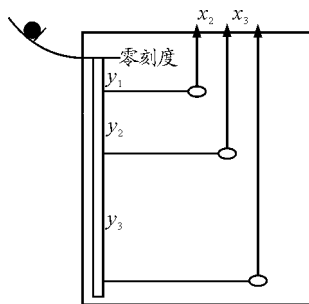


图 7 测量平抛运动两个方向相等时间内的间隔

以上是关于平抛运动的演示仪的改进与实验设计, 通过以上简单的仪器改进解决了我们在平抛运动实验中经常遇到的问题。此次实验改进取材容易, 制作简单, 并且能在中学实验室进行。最重要的是改进后的实验仪器可行性很强, 能在实验室推行。但其中的不足之处是平抛运动演示仪屏板太小, 导致获得的数据非常有限, 所以我们应对屏板进一步改进。

#### 5 结束语

在中学物理教学阶段, 实验操作与演示是很重要的一部分, 但我们实验室现有的实验仪器大多都有不足之处, 当我们发现问题时应该积极地想办法进行改进, 而且要确保简单易行。在这个过程中能促进我们对知识的更深一步的认识, 而且我们可以与学生一起探讨, 从而激发学生学习的兴趣与创造力。