

学生实验 探究平抛运动的特点

一、实验名称

探究平抛运动的特点。

二、实验目的

1. 学习使用探究平抛运动竖直方向和水平方向分运动规律的实验装置。
2. 运用运动合成与分解的思想设计实验方案。
3. 探究并认识平抛运动的规律。
4. 探寻能说明平抛规律的证据，培养基于证据的解释与交流，培养基于科学推理的科学论证过程。

备注：实验“探究平抛运动的特点”，在课程标准中系必修 2--2.2 曲线运动与万有引力主题。在课标中明确列为学生必做实验。本案例《探究平抛运动的特点》为 1 课时。

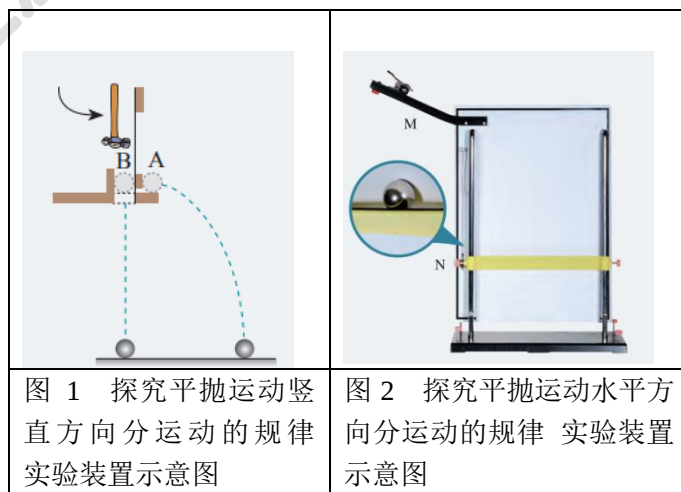
课程标准对本实验的要求是“通过实验，探究并认识平抛运动的规律。”“会做探究平抛运动的特点实验，能明确实验需要的物理量，由此设计实验方案。会使用所提供的实验器材进行实验并获得数据，通过对数据的分析发现其中的特点，进而归纳得出实验结论，并尝试对其作出解释”。

三、实验原理

本实验分为两个部分。第一部分，探究平抛运动竖直方向分运动的规律（后面简称“探究竖直规律”）。第二部分，探究平抛运动水平方向分运动的规律（后面简称“探究水平规律”）。

第一部分“探究竖直规律”实验，如图 1 所示，主要原理是，在同一高度，同时释放 AB 两个小球，A 球做平抛运动，B 球做自由落体运动，观察两个小球在竖直方向上的位置关系，以及两小球是否同时落地。通过比较做平抛运动和自由落体运动的小球落地先后，探究平抛运动竖直方向分运动的规律。

第二部分“探究水平规律”实验，如图 2 所示，主要原理是，从同一位置，以相同初速度水平抛出一个球，通过小球在挡板上的撞击痕迹，在竖直板坐标纸上留下落点的位置。通过一系列小球落点的位置，描绘平抛运动的轨迹，进而探究平抛运动水平方向分运动的规律。



四、实验材料

第一部分“探究竖直规律”实验，如图 1 所示的装置包含摆锤、弹性金属片和两个小球。

第二部分“探究水平规律”实验，如图 2 所示的装置包含底部水平的斜槽 M ，可以固定坐标纸和复写纸的竖直板，以及可以上下移动的带凹槽的挡板 N 。

五、实验过程

第一部分“探究竖直规律”实验，如图 1 所示。

把摆锤拉开一定角度后释放，当摆锤敲击弹性金属片时，小球 A 由于受到水平撞击做平抛运动，而小球 B 同时从原处落下，做自由落体运动。记录两个小球落地的先后。分别改变摆锤的释放角度和小球距地面的高度，重复实验，将数据结果记录到表格中。

比较平抛运动和自由落体运动的小球落地先后，归纳平抛运动竖直方向分运动的规律。

数据分析

通过第一部分的观察和记录我们可以发现，在误差允许的范围内，两小球几乎同时落地。

两小球在竖直方向上的运动几乎同步，这说明做平抛运动的小球，其竖直方向上的分运动为自由落体运动。

第二部分“探究水平规律”实验，如图 2 所示。

在竖直板上依次附上坐标纸和复写纸，记录小球飞出点的位置，并标上水平方向和竖直方向（这点可操作性差），将挡板固定在某一高度，让小球由静止沿斜槽滚下，当小球从斜槽水平飞出后，落在挡板的凹槽中时，由于小球受到凹槽的挤压，会通过复写纸在坐标纸上留下落点的位置。

改变挡板的高度，让小球从斜槽的同一高度由静止滚下，再次记录小球的落点位置，重复实验，可以在坐标纸上得到小球平抛运动过程中的多个落点位置，即做平抛运动的小球在空间多点的位置。

数据分析

得到做平抛运动的小球在空间多点的位置后，在观察思考的基础上，用平滑曲线连接各落点位置，得到小球做平抛运动的轨迹。

以小球飞出点为原点，建立合适的直角坐标系，根据竖直方向分运动规律，设法在轨迹上取一组时间间隔相等的点，根据这些点的坐标分析平抛运动水平方向分运动的规律。（课本中表述）

比如，假设竖直方向上是初速度为 0 的匀加速直线运动，那么取竖直分位移之比为 1:3:5:7 的点，则两点之间的时间间隔相等，据此可分析水平方向分运动的规律。

六、实验操作要点

1. 调水平和调竖直。平抛运动的先决条件是小球水平抛出，所以小球抛出前所在斜槽底部的位置处一定要水平，如图 3 所示。平抛小球的运动是在竖直平面内的，所以记录小球运动的坐标纸所在板面要在竖直平面内，实验前要进行竖直面的调节，如图 4 所示。

2. 保证速度相同。于本实验每次平抛运动只能记录一数据点---某一挡板高

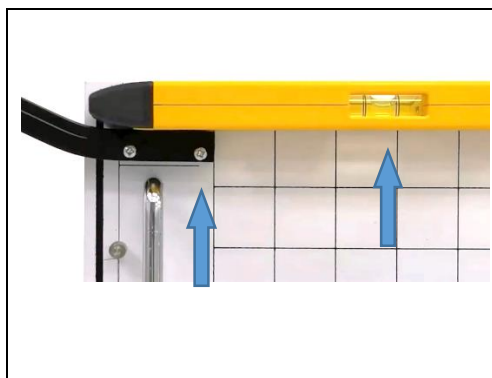


图3 水平调节。小球抛出前所在位置处一定要水平。实验前可以通过斜槽螺丝和水平尺进行水平的调节

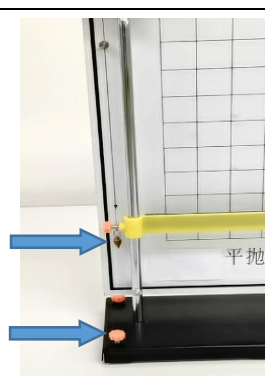


图4 竖直调节。背板要在竖直平面内，实验前可以通过底角螺丝和铅垂线进行竖直面的调节

初由中，动组在度

时的水平位置，要保证每次轨迹均相同，必须保证每次从相同的位置以相同的水平速度抛出，所以小球的初始释放位置必须保持不变。如图5所示。

3. 平抛初始位置的校准记录。平抛运动的初始位置，是后期数据分析处理时的关键点，由于仪器结构和坐标纸尺寸的限制，初始位置需要实验时准确校准记录，如图6所示。

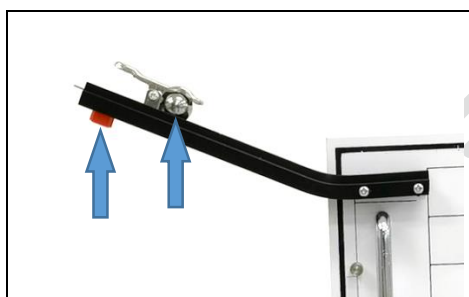


图5 固定小球的初始释放位置，



图6 平抛初始位置的校准记录。

4. 记录多组位置数据。由于平抛运动的轨迹是曲线，为了描绘出更加接近真实情况的曲线轨迹，记录位置数据时候，建议记录多组位置数据（例如至少10组以上数据）。

七、实验教学建议

1. 结合实验原理介绍实验器材。

第二部分“探究水平规律”实验，留下平抛运动的运动轨迹是后面进行数据处理的先决条件。而如何留下平抛运动的运动轨迹，在实验开始前需要引导学生思考得出，结合实验原理，实验器材各部分的作用就水到渠成了。

2. 明确初始条件。

在第一部分实验“探究竖直规律”中，要想得出两个运动的等时性，首先要明确初始条件有哪些相同的地方。所以介绍实验装置的环节，如图1所示，建议通过展示细节图片等方式，引导学生明确两个运动的初始条件，即起始高度相同，运动的起始时刻相同。

在第二部分“探究水平规律”实验中，如图2所示，为了保证每次水平初速度相同，每次的初始释放位置要一致。

3. 体验“预测→验证”的科学论证方法。

引导学生根据已有知识提出猜想。

水平方向不受力，运动状态不改变，可能做匀速直线运动。

竖直方向仅受重力，可能做自由落体运动。

引导学生在猜想的基础上，应用数据进行初步科学论证。

(1) 在第一部分“探究竖直规律”的实验中，无论 A 球的初速度多大，它总是与 B 球同时落地，此时可引导学生总结实验现象，归纳实验结论：平抛运动与某一自由落体运动具有等时性，即粗略证明了，平抛运动的竖直分运动可看成是自由落体运动。

(2) 在完成在第一部分“探究竖直规律”的实验后，可对平抛运动的轨迹图进行定量分析。假设竖直分运动是初速度为零的匀加速直线运动，在轨迹图上取竖直分位移之比为 1:3:5:7 的点，分析其水平分位移，探究水平分运动的规律即可。

4. 提高反思与质疑的科学探究能力。

(1) 描点画图用什么线？

得到平抛运动的描点数据后，需要用平滑曲线将各数据点连接起来。此处可以引导学生回答，用什么样子的线（折线还是平滑曲线）连接数据点。

(2) 误差分析。

得到平抛运动的描点数据后，用平滑曲线将各数据点连接起来，或者让各数据点均匀分布在曲线的两侧。由于不是直线，曲线的弯曲程度对实验误差的影响较大，在之后的数据分析阶段，可以引导学生对误差成因展开讨论。

七、实验拓展---用电磁定位板研究平抛运动

本实验也可以选用如图所示的装置，包含电磁定位板，弹射器，平抛物体（含信号源）、接球槽等，平抛物体被弹射器水平射出后，每隔相同的时间发射一次信号，电磁定位板接收信号，并记录该时刻平抛物体的位置信息，通过计算机对采集到平抛物体的位置信息进行处理，即可得到平抛物体在水平方向和竖直方向分运动的规律。

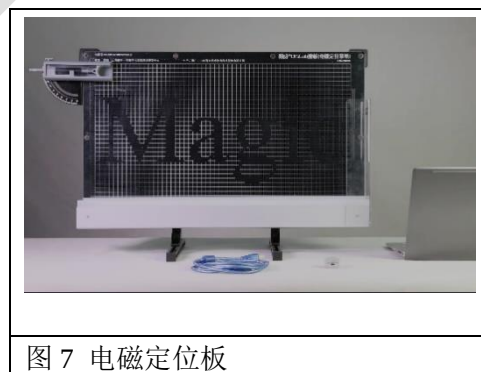


图 7 电磁定位板

八、作业设计

思考与讨论

1. 某次（用传统仪器的）实验中，假设记录了 15 个位置数据，小球平抛了多少次？每一次的轨迹都一样吗？为了保证每次轨迹都一致，需要注意哪些事项？

思考题答案：

一次只能记录一个位置数据。所以如果记录了 15 个位置数据，则平抛了 15 次。
从同一位置由静止释放，每次平抛的初速度相同。
从同一位置以相同速度抛出，轨迹相同。

测试题：

1. (多选) 在“研究平抛运动”的实验中，实验器材除了木板、小球、斜槽、长木条、图钉、铅笔之外，还需要的是 ()

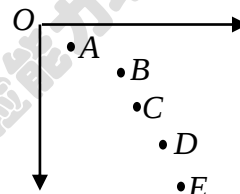
- A. 秒表 B. 坐标纸 C. 天平 D. 弹簧秤 E. 重垂线

2. (多选) 关于做“研究平抛运动”的实验，下列说法中正确的是 ()

- A. 斜槽轨道必须光滑
B. 斜槽轨道末端可以不水平
C. 应使小球每次从斜槽上相同的位置自由滑下
D. 要使描出的轨迹更好地反映真实运动，记录的点应适当多一些
E. 为了比较准确地描出小球运动的轨迹，应该用一条曲线把所有的点连接起来

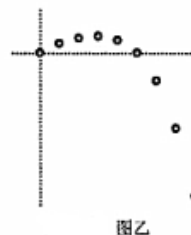
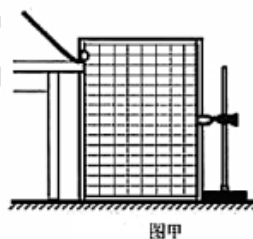
3. (多选) 某同学作“研究平抛运动”实验，图是该同学在实验中描下的几个点，其中偏差较大的B点产生的原因可能是 ()

- A. 小球滚下的高度较其他各次高
B. 小球滚下的高度较其他各次低
C. 小球从同一高度滚下时该同学给了它一个初速度
D. 小球在运动过程中遇到其他各次没有遇到过的阻力



4. 如图甲所示是“研究平抛物体运动”的实验装置图，图乙是利用该装置拍摄小球做平抛运动的频闪照片，由照片可判断实验操作错误的是 ()

- A. 斜槽轨道太光滑
B. 斜槽轨道末端切线不水平
C. 释放小球时速度不为0
D. 从不同位置释放小球



测试题参考答案：

1. 答案： BE 2. 答案： CD 3. 答案： AC 4. 答案： B