

第一章

学生实验 测量做直线运动物体的瞬时速度

一、实验名称

测量做直线运动物体的瞬时速度

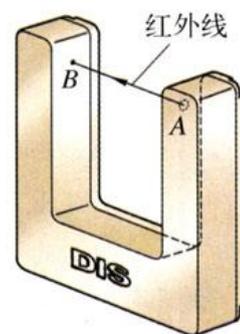
二、实验目的

1. 学会使用光电门传感器。
2. 测定变速直线运动的瞬时速度。
3. 建构瞬时速度的概念，体会研究物理问题的极限方法。

三、实验原理

光电门传感器为门式结构，如图所示。 A 管发射红外线， B 管接收红外线。 A 、 B 之间无挡光物体时，电路断开；有物体挡光时，电路接通。

挡光片通过光电门时，光电门传感器测出挡光片遮光时间 Δt ，计算机根据公式 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ，其中 Δx 为挡光片的宽度，自动计算出物体通过光电门传感器的平均速度。根据瞬时速度和平均速度的关系，某时刻附近极短时间内的平均速度可视为物体在该时刻的瞬时速度，当挡光片宽度足够小时，所测得的平均速度就近似等于挡光片通过光电门传感器时的瞬时速度。

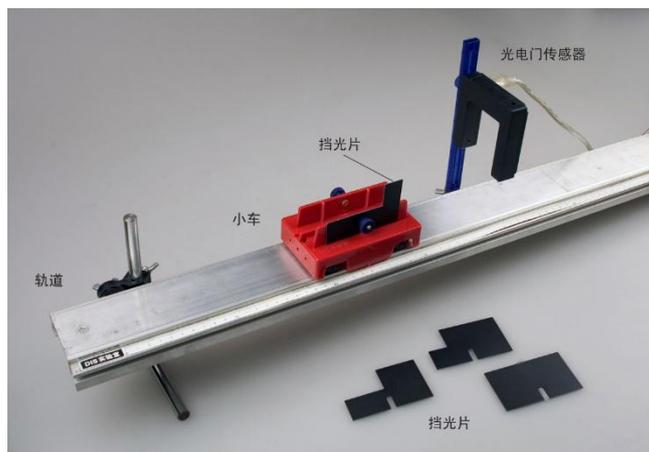


四、实验材料

DIS（光电门传感器、数据采集器、计算机）、导轨、支架、小车、挡光片。

五、实验过程

1. 如图所示，将光电门传感器固定在倾斜的力学导轨上，调节光电门的高度，使小车运动时挡光片能顺利挡光，同时不会碰到光电门，传感器与数据采集器相连。



2. 挡光片固定在小车上，将小车从倾斜的导轨顶端由静止释放。
3. 运行 DIS 应用软件，点击实验条目中的“用 DIS 测定瞬时速度”，计算机显示屏出现软件界面。将装有宽度为 6cm 挡光片的小车从轨道顶端由静止自由释放，软件记录挡光的时间 Δt ；根据挡光片的宽度 0.06m 计算出小车通过电门时的平均速度

4. 依次更换宽度为 4cm、2cm、1cm 的挡光片，使小车从导轨同一位置由静止释放，记录挡光时间，计算出平均速度。将实验数据填入下表中。

| 实验序号 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 挡光时间内的位移 $\Delta x/\text{cm}$ | | | | |
| 挡光时间 $\Delta t/\text{s}$ | | | | |
| 平均速度 $\bar{v}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$ | | | | |

六、实验操作要点

1. 安装光电门传感器时，应将传感器垂直于导轨固定。
2. 调节光电门的高度，使挡光片通过光电门时能顺利经过 A 、 B 孔之间挡光，不会与光电门发生碰撞。
3. 更换挡光片时，应保持挡光片前缘固定在小车同一位置。
4. 每次实验中，应确保小车从导轨同一位置静止释放。

七、实验教学建议

本实验是高中阶段第一个学生实验，也是第一次接触 DIS 系统。在实验过程中，应让学生仔细观察实验仪器、组装实验设备，了解 DIS 系统的基本原理，体会 DIS 系统的操作过程。

首先要明确，小车能否看作质点？光电门测得的瞬时速度是小车哪一点的瞬时速度？可以先进行讨论，然后分组进行实验，若将挡光片前缘位于车尾，比较所测得的瞬时速度有何不同。

本实验的重点之一是要让学生体会无限逼近的极限思想，在记录完实验数据后，应当着重分析不同宽度的挡光片测得的数据的变化趋势，并讨论哪个平均速度更加接近小车车头的瞬时速度。进而提出问题，挡光片是否越窄越好？需要注意的是，挡光片固定在小车的位置不同，测得的平均速度变化趋势也不同。可以针对挡光片分别位于车头和车尾的实验数据进行分析比较。

最后，本实验还可以利用 DIS 通用软件进行实验，可以让学生进行尝试。

八、作业设计

思考题

理论上讲，挡光片的宽度越窄，平均速度越接近瞬时速度，所以在换用越来越窄的挡光片时，测量的速度会趋近一个确定的值，但实际测量中，是否是如此呢？

思考题参考答案

不是

理由：造成这一现象的原因是多样的，其一是因为光电门传感器是通过一个小孔发射和另一个小孔接受红外线，而孔本身是有大小的，并不是一个“点”，所以发出的红外线并非是一条“线”，而是一条有直径的光束。挡光片并不是一接触到红外线即会启动测量，而是要触到光束中部的敏感感应区时才会启动。设敏感区的宽度是 d ，则测得的平均速度 $\bar{v} = \frac{d+\Delta x}{\Delta t}$ 。

所以当孔径和挡光片的宽度越接近，误差就会越来越大。因此光电门传感器在采用 1~10cm 的挡光片来测定瞬时速度时，1cm 挡光片和 2cm 挡光片相比，1cm 的挡光片误差会比 2cm 的更大一些。其二，实验本身的操作也会带来许多误差，如：并未从同一位置释放、手动释放造成的影响等。