# 第二章 匀变速直线运动的研究

世界上第一条商业运行的磁悬浮列车——“上海磁浮”，已于 2003 年 10 月 1 日正式运营。据报道，上海磁浮线路总长 33 km，一次试车时全程行驶了约 7 min 30 s，其中以 430 km/h 的最高速度行驶约 30 s。磁悬浮列车的行驶速度比汽车快得多，是不是它的加速度也会很大？



学过这一章后请你根据报纸上的数据，再按照实际情况给出一些简化的假设，自己尝试着估算它的加速度。

物理定律不能单靠“思维”来获得，还应致力于观察和实验。

——普朗克[[1]](#footnote-1)

# 第二章 1 实验：探究小车速度随时间变化的规律

寻求一种运动的特点和规律，一般要从某个具体事例开始。这一节我们研究小车在重物牵引下的运动，看看小车的速度是怎样随时间变化的。

## 实验思路

要研究小车在重物牵引下速度随时间变化的规律，你认为如何设计此实验？需要测量哪些物理量？选用什么器材？请你把自己研究的方案写出来，并和同学交流。

要研究小车速度随时间变化的规律，就要想办法测量小车在不同时刻的瞬时速度，而打点计时器具有此功能。如果用打点计时器测量速度，就可以如图2.1-1所示，把一端带有滑轮的长铝板平放在实验桌上，铝板上放一个可以左右移动的小车，小车一端连接穿过打点计时器的纸带，另一端连接绕过滑轮系有槽码的细绳。小车在槽码的牵引下运动，通过研究纸带上的信息，就可以知道小车运动的速度是怎样随时间变化的。

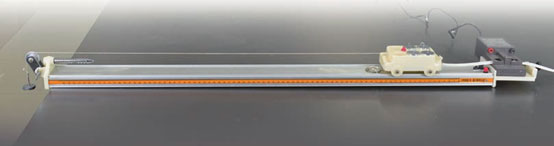


图2.1-1 小车在重物牵引下沿平板运动的实验装置

## 进行实验

把小车停在靠近打点计时器的位置。启动计时器，然后放开小车，让它拖着纸带运动。于是，打点计时器在纸带上打下一行小点。随后，立即关闭电源。

增减所挂的槽码（或在小车上放置重物），更换纸带，再做两次实验。

## 数据记录

为了便于测量，舍掉纸带开头一些过于密集的点，找一个适当的点作为计时起点。

可选择相隔0.1 s（或更短）的若干计数点进行测量，记入自己设计的表格，利用第一章第3节所学的方法得出各计数点的瞬时速度，填入表1中标有“*v*1”的一行。

同理，计算增减槽码后两次实验的速度，分别填入表1中标有“*v*2”和“*v*3”的两行内。

表 1 小车在几个时刻的瞬时速度

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 位置编号 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | … |
| 时间 *t* /s | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |  |
| *v*1 /（m·s-1） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *v*2 /（m·s-1） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *v*3 /（m·s-1） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 数据分析

以速度 *v* 为纵轴、时间 *t* 为横轴建立直角坐标系。根据表1中的 *v*、 *t* 数据，在坐标系中描点作出 *v*-*t* 图像（图2.1-2）。通过观察、思考，找出这些点的分布规律。

*t* / s

*O*

*v* / m·s-1

图2.1-2

我们看到，对于每次实验，描出的几个点都大致落在一条直线上。因此，可以很有把握地认为，如果是理想情况（没有实验误差），代表小车速度与时间关系的点真的能够全部落在一条直线上。[[2]](#footnote-2)

### 做一做

**用计算机绘制 *v*-*t* 图像**

借助常用的数表软件，可以迅速、准确地根据表中的数据作出 *v*-*t* 图像，甚至能够写出图像所代表的公式。下面以 WPS 表格软件为例作简要说明，有兴趣的同学可以试一试。

在 WPS 表格软件工作簿的某一列的单元格中依次输入测量时间，在相邻的一列输入对应的速度值（图2.1-3）。用鼠标选中这些数据，按照“插入”中的“图表”的提示就能一步步地得到所画的图像（图 2.1-4）。

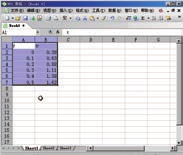


图2.1-3

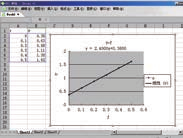


图2.1-4

操作过程中 WPS 会要求确定“图表类型”，这时可以选择“平滑散点图”；还会出现“添加趋势线”的对话框，里面也有一个“类型”标签，其中有几种可选择的函数。由于我们这个实验的数据几乎分布在一条直线上，所以应该选择“线性”类型。

## 练习与应用

本节共安排了2道练习题。第1题培养学生通过“剪贴纸带法”从不同角度思考 *v*-*t* 图像问题。第2题要求学生通过描点法画出 *v*-*t* 图像，增强对物理过程的理解。

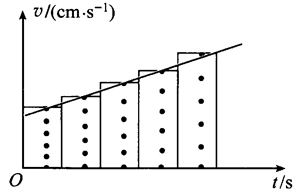
1．为研究实验小车沿斜面向下运动的规律，把打点计时器纸带的一端固定在小车上，小车拖动纸带运动时，纸带上打出的点如图 2.1-5 所示。

图2.1-5 一次实验的纸带

（1）某同学用以下方法绘制了小车运动的 *v*-*t* 图像。先把纸带每隔 0.1 s 剪断，得到若干短纸条。再把这些纸条并排贴在一张纸上，使这些纸条下端对齐，作为时间坐标轴，标出时间。最后将纸条上端中心连起来，于是得到 *v*-*t* 图像。请你按以上办法（用一张薄纸压在图 2.1-5 上，复制得到纸带）绘制这个 *v*-*t*图像。

（2）这样做有道理吗？说说你的看法。

**参考解答**：（1）如图所示。



（2）剪下的纸条长度表示 0.1 s 时间内位移的大小，可以近似认为速度 *v* = ，由于时间间隔相同（为 0.1 s），所以纸条长度 Δ*x* 可以认为表示单位时间的位移，即速度。

提示：每段纸带长度都与相等时间间隔内的位移一一对应，纸条的长度正比于这段位移的平均速度，因此用纸条的段数表示时间（横轴），用纸条的长度表示速度（纵轴），体现了等效的思想，这是一种利用图像处理数据的方法。

2．列车沿长直坡路向下行驶。开始时速度表上的示数是 54 km/h，以后每 5 s 读取一次数据，见表 2。

表 2 列车速度表

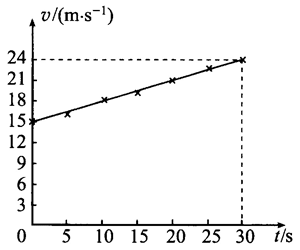
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时间 *t*/s | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 速度 *v*/（km·h-1） | 54 | 59 | 65 | 70 | 76 | 81 | 86 |
| 速度 *v*/（m·s-1） |  |  |  |  |  |  |  |

（1）在表2中填写以 m·s-1 为单位表示的速度值。

（2）作出列车速度与时间关系的 *v*-*t* 图像。

**参考解答**：（1）15；16；18；19；21；23；24

（2）如图所示。



提示：选定原点；以横轴表示时间，选定标度，在时间轴上确定各个时刻的位置；以纵轴表示速度，选定标度，在速度轴上确定备个速度值的位置；根据表格的数据在坐标系中确定每组数据所对应的位置；用直线拟合各点，使直线尽量多的通过数据点或使数据点均匀分布于直线两侧。

1. 普朗克（Max Karl Ernst Ludwig Planck，1858 — 1947），德国物理学家，量子论的奠基人。1900 年，他在黑体辐射研究中引入能量子，因此于 1918 年获诺贝尔物理学奖。 [↑](#footnote-ref-1)
2. 在科学术语中，速度和时间的这种关系称为“线性关系”。 [↑](#footnote-ref-2)