

## 2 时间 位移

### 问题 ?

要讨论物体位置随时间的变化，就要涉及位置、时间等概念。如果要准确地描述一辆行驶在北京长安街上的汽车所处的位置，你认为应该采用什么方法？你对时间是怎样认识的？



### 时刻和时间间隔

要描述物体位置随时间的变化，首先要清楚“时间”一词的含义。说到时间，不能不说时刻和时间间隔。时刻和时间间隔既有联系又有区别。

上午8时上课、8时45分下课，这里的“8时”“8时45分”是指这节课开始和结束的时刻，而这两个时刻之间的45 min，则是这两个时刻之间的时间间隔（图1.2-1）。

在表示时间的数轴上，时刻用点表示，时间间隔用线段表示。我们平时说的“时间”，有时指的是时刻，有时指的是时间间隔，要根据上下文认清它的含义。

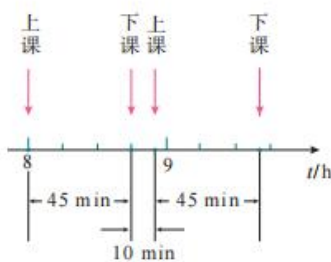


图 1.2-1 时刻和时间间隔

### 位置和位移

为了定量地描述物体的位置，需要在参考系上建立适当的**坐标系**（coordinate system）。例如，若想说明地面上某人所处的位置，可以采用平面直角坐标系来描述；如果物体做直线运动，可以用一维坐标系来描述。

物体做直线运动时，通常选取这条直线为 $x$ 轴，在 $x$ 轴上任选一点作为原点，规定好坐标轴的正方向和单位长度，物体的位置就可以用它的位置坐标来描述。例如，我们要确定一辆行驶在北京长安街上汽车的位置，可以沿东西方向建立一维坐标系， $x$ 轴的正方向指东，选取路上的某

交通岗亭作为坐标原点 $O$ ，汽车的位置就可以用它的坐标准确地描述出来。如果汽车的坐标是 $30\text{ m}$ ，表示它在岗亭以东 $30\text{ m}$ 处；如果汽车的坐标是 $-20\text{ m}$ ，表示它在岗亭以西 $20\text{ m}$ 处（图 1.2-2）。



图 1.2-2 物体位置的表示

物体位置的描述我们清楚了，那么，物体位置的变化该怎样描述呢？

如图 1.2-3，某人从北京去重庆，可以选择不同的交通方式。既可以乘火车，也可以乘飞机，还可以先乘火车到武汉，然后乘轮船沿长江而上。图中的几种情况表明，旅行者所经过的线路不同。我们在初中已经知道，**路程**（path）是物体运动轨迹的长度，说明这个人旅行的路程也不同。但是，就位置的变动来说，无论使用什么交通工具、走过了怎样不同的路径，他总是从北京到达了西南方向、直线距离约 $1\ 300\text{ km}$ 的重庆，即位置的变化是相同的。从图中可以看出，由初位置指向末位置的有向线段能准确地描述旅行者位置的变化。只要物体的初、末位置确定，这个有向线段就是确定的，它不因路径的不同而改变。物理学中用**位移**（displacement）来描述物体位置的变化，并用 $l$ 表示（图 1.2-4）。

在物理学中，像位移这样的物理量叫作矢量，它既有大小又有方向；像温度、路程这样的物理量叫作标量，它们只有大小，没有方向。



图 1.2-3 北京至重庆的不同路线及其位置变化

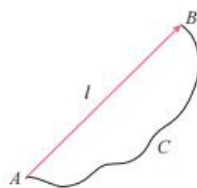


图 1.2-4 从初位置到末位置的有向线段表示位移

## 直线运动的位移

前面学习了用一维坐标系描述物体的位置，那么，在一维坐标系中位移应该如何表示呢？

如图 1.2-5，做直线运动的物体，它的初位置为 $x_1$ ，末位置为 $x_2$ ，则物体的位移应该是由 $x_1$ 指向 $x_2$ 的红色有向线

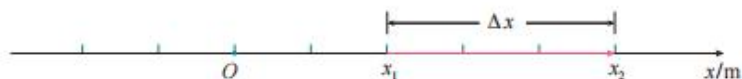


图 1.2-5 位置坐标的变化量表示位移

段，其大小等于末位置与初位置坐标之差 $x_2 - x_1$ 。

由于常用 $\Delta x$ 表示坐标之差，所以在研究直线运动时，常用 $\Delta x$ 表示位移，记为

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

若两坐标之差为正，则位移的方向指向 $x$ 轴的正方向；若两坐标之差为负，则位移的方向指向 $x$ 轴的负方向。

### 思考与讨论

某物体从 $A$ 点运动到 $B$ 点，坐标 $x_A$ 为 $5\text{ m}$ ， $x_B$ 为 $2\text{ m}$ ，物体的位移大小等于多少？方向如何？

### 位移—时间图像

物体在每一时刻的位置或每一时间间隔的位移可以用图像直观地表示。

如图 1.2-6，在直角坐标系中选时刻 $t$ 为横轴，选位置 $x$ 为纵轴，其上的图线就是位置—时间图像，通过它能直观地看出物体在任意时刻的位置。如果将物体运动的初始位置选作位置坐标原点 $O$ ，则位置与位移大小相等( $x = \Delta x$ )，位置—时间图像就成为位移—时间图像，又称 $x-t$ 图像。从 $x-t$ 图像可以直观地看出物体在不同时间内的位移。

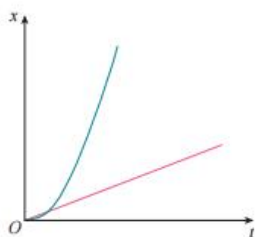


图 1.2-6  $x-t$  图像

### 位移和时间的测量

生活中，人们可以用多种方法记录某一时刻物体运动的位置，从而推断出它在一段时间内的位移。例如，可以用照相的方法记录物体的位置，用钟表记录物体运动的时刻，也可以用频闪照相的方法同时记录物体运动的时刻和位置。学校实验室中常用打点计时器来记录时间和位移。

电磁打点计时器是一种使用交变电源的计时仪器(图 1.2-7)，工作电压为 $4\sim 6\text{ V}$ ，能够按照相同的时间间隔，在纸带上连续打点。当电源频率是 $50\text{ Hz}$ 时，每隔 $0.02\text{ s}$ 打一次点。如果把纸带和运动的物体连在一起，纸带上各点之间的距离就表示相应时间间隔中物体的位移大小。由这些点的位置，我们可以了解物体运动的情况。

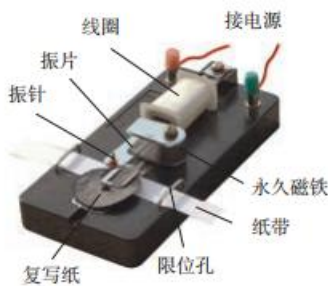


图 1.2-7 电磁打点计时器

还有一种打点计时器叫作电火花打点计时器，它的计时原理与电磁打点计时器相同，不过，在纸带上打点的不是振针和复写纸，而是电火花和墨粉。

## 实验

### 练习使用打点计时器

1. 了解打点计时器的构造，然后把它固定好。
2. 安装纸带。
3. 启动电源，用手水平拉动纸带（图 1.2-8），纸带上就打出一行小点。随后关闭电源。
4. 取下纸带，从能够看清的某个点开始（起始点），往后数出若干个点。例如数出  $n$  个点，算出纸带从起始点到第  $n$  个点的运动时间  $t$ 。
5. 用刻度尺测量出从起始点到第  $n$  个点的位移  $x$ 。测量之前，自己先设计一个表格，用来记录时间及位移。



图 1.2-8 使用电火花打点计时器

▶ 通过测量仪器直接读取的数据是原始数据。它是宝贵的实验资料，要如实记录、妥善保存。

## 科学漫步

### 全球导航卫星系统

全球导航卫星系统（GNSS）是目前广泛应用的新一代导航定位系统，利用近地空间的卫星为各类用户提供可靠和高精度的定位、导航和授时服务（图 1.2-9）。

全球导航卫星系统一般分为空间部分、地面测控部分和用户三大部分。空间部分即导航卫星系统，一般由数十颗卫星组成，每颗卫星可以发送导航卫星信号，编织成细密的网络，使得地球上任意地点任意时刻都能观测到 4 颗以上的导航卫星。地面测控部分则负责操控系统和向卫星注入导航电文等。用户通过接收机能够接收导航卫星发送的信号，并精准地进行定位、授时和测速。

全球导航卫星系统能够在全球范围内实时、全天候和全天时地提供服务，也就是说不受地域和天气影响，全球任何时刻都能得到持续可靠的定位服务。因此，从身边的车载导航、手机定位，到机场调度、海事救援和地质测绘等，都有广泛的应用。感兴趣的同学可以上网查一查全球导航卫星系统在有关方面的具体应用。

常用的全球导航卫星系统有美国的全球定位系统（GPS）、我国的北斗系统（COMPASS）、俄罗斯的格洛纳斯系统（GLONASS）和欧盟的伽利略系统（GALILEO）。2012 年我国的北斗系统开始为亚太地区提供定位、导航和授时服务，2020 年该系统将实现在全球范围内提供服务。

图 1.2-9 全球导航卫星系统（示意图）

