# 第一章 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）。

*t*/h

45 min

45 min

9

10 min

8

上

课

下

课

下

课

上

课

图 1.2–1 时刻和时间间隔

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。

## 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 m，表示它在岗亭以东 30 m 处；如果汽车的坐标是 − 20 m，表示它在岗亭以西 20 m处（图 1.2–2）。

30

− 20

*O*

0

西

东

*x*/m

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 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）。



图 1.2–3 北京至重庆的不同路线及其位置变化

B

C

*l*

A

图 1.2–4 从初位置到末位置的有向线段表示位移

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。

## 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 的红色有向线段，其大小等于末位置与初位置坐标之差 *x*2 − *x*1。

Δ*x*

*O*

*x*1

*x*2

*x*/m

图 1.2–5 位置坐标的变化量表示位移

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

Δ*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 *xA* 为 5 m，*xB* 为 2 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* = Δ*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。

*x*

*t*

*O*

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），工作电压约为 8 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 Hz 时，每隔 0.02 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。

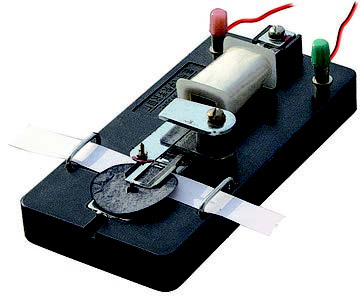


图 1.2–7 电磁打点计时器

线圈

接电源

振片

振针

限位孔

纸带

复写纸

永久磁铁

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。

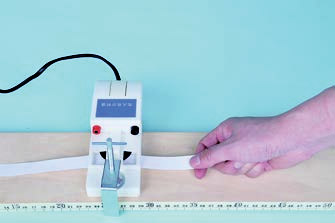


图 1.2–8 使用电火花打点计时器

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。

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**

全球卫星导航系统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）。



图 1.2–9 全球导航卫星系统（示意图）

全球卫星导航系统一般分为空间段、地面段和用户段三大部分。空间段即卫星导航系统，一般由数十颗卫星组成，每颗卫星可以发送卫星导航信号，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。地面段则负责操控系统和向卫星注入导航电文等。用户段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。

全球卫星导航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卫星导航系统在有关方面的具体应用。

常用的全球卫星导航系统有我国的北斗卫星导航系统、美国的全球定位系统、俄罗斯的格洛纳斯系统和欧盟的伽利略系统。北斗卫星导航系统是我国自主建设、独立运行的世界一流全球卫星导航系统。它能提供全天候、全天时、高精度的定位、导航与授时服务。2012 年，北斗二号系统建成，面向亚太地区提供服务。2020 年，北斗三号系统建成，面向全球用户提供服务。

## 练习与应用

本节共 6 道习题。第 1、2 题检测学生是否知道时间间隔和时刻、位移和路程的区别与联系。第 3 题在了解 800 m 比赛规则的基础上练习将实际问题物理情境化。第 4 题练习用一维坐标系描述物体的位置和位移。第 5 题理解 *x*–*t* 图像的物理意义。第 6 题练习用表格梳理位置、位移以及与参考点选择的具体关系。

1．以下各种说法中，哪些指时间间隔？哪些指时刻？

（1）列车员说：“火车 8 时 42 分到站，停车 8 分。”

（2）“您这么早就来啦，抱歉！让您等了这么久。”

（3）“前 3 s”“最后 3 s”“第 3 s 末”“第3 s 内”。

**参考解答**：（1）8 点 42 分是指时刻，8 分是指时间间隔。

（2）“这么早”是指时刻，“等了这么久”是指一段时间间隔。

（3）“前 3 s"“最后 3 s”“第 3 s 内”是指时间间隔，“第 3 s 末”是指时刻。

2．某市出租汽车的收费标准有 1.20 元 / km、1.60 元 / km、2.00 元 / km，其中的千米说的是路程还是位移？

**参考解答**：其中的“千米”是指路程。因为汽车行驶路线一般不是直线。

3．田径运动场跑道周长是 400 m。

（1）百米赛跑选用跑道的直道部分，运动员跑完全程的路程是多少？位移大小是多少？

（2）800 m 跑比赛中，不同跑道的运动员跑完全程的路程相同吗？跑完全程的位移相同吗？请结合田径比赛的规则想一想。

**参考解答**：（1）路程和位移的大小都是 100 m。

（2）在800 m比赛中，不同跑道的运动员跑完全程的路程，可以认为都是 800 m；对于 800 m 比赛，在第 1道 次上起跑的运动员，若从第 1 道次到达终点，则他的位移是 0，而其他道次上的运动员，跑完全程的位移一般不是 0，而且大小和方向一般均不相同。

提示：标准跑道周长为 400 m。在 800 m 比赛中，起跑线为阶梯形起跑线，在起跑后运动员先沿着各自的道次跑，通过第一个弯道后，进入直道上的抢道线切入里道，绕跑两圈到达终点。

4．如图 1.2–10，一个物体从 P 点运动到 Q 点，坐标 *x*P 为 3 m，*x*Q 为 − 2 m，它的位移大小是多少？方向如何？请你画出它的位置坐标和位移矢量。

*O*

*x*/m

图 1.2–10

**参考解答**：如图 1–4 所示，位移Δ*x* = *x*Q − *x*P = − 5 m，方向由 P 指向 Q。

*O*

*x*/m

P

Q

图 1–4

5．一辆汽车在教练场上沿平直道路行驶，以 *x* 表示它相对于出发点的位移。图 1.2–11 近似描写了汽车在 0 时刻到 40 s 这段时间的 *x*–*t* 图像。通过分析回答以下问题。

0

10

10

20

20

30

30

40

*t*/s

*x*/m

图 1.2–11

（1）汽车最远位置距离出发点约为多少米？

（2）汽车在哪段时间没有行驶？

（3）汽车在哪段时间驶离出发点，在哪段时间驶向出发点？

**参考解答**：（1）汽车最远位置距离出发点 30 m；（2）汽车在 10 ~ 20 s 内没有行驶；（3）汽车在 0 ~ 10 s 内驶离出发点，在 20 ~ 40 s 驶向出发点。

6．从高出地面 3 m 的位置竖直向上抛出一个小球，它上升 5 m 后回落，最后到达地面（图 1.2–12）。分别以地面和抛出点为原点建立一维坐标系，方向均以向上为正，填写以下表格。

5 m

3 m

*x*/ m

图 1.2–12

表 竖直向上抛出小球的坐标和位移

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 坐标原点 | 抛出点的坐标 | 最高点的坐标 | 落地点的坐标 | 从抛出点到最高点的位移 | 从最高点到落地点的位移 | 从抛出点到落地点的位移 |
| 地面 |  |  |  |  |  |  |
| 抛出点 |  |  |  |  |  |  |

**参考解答**：6．结果如表 1–1 所示。

表 1–1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 坐标原点 | 抛出点的坐标/m | 最高点的坐标/m | 落地点的坐标/m | 从抛出点到最高点的位移/m | 从最高点到落地点的位移/m | 从抛出点到落地点的位移/m |
| 地面 | 3 | 8 | 0 | 5 | − 8 | − 3 |
| 抛出点 | 0 | 5 | − 3 | 5 | − 8 | − 3 |

提示：分别以地面和抛出点为原点建立一维坐标系，通过比较可知，在不同的坐标系中，出发点、最高点和落地点的坐标不同，而两点间的位移相同，进一步体会到位移矢量与坐标系无关，只与初、末位置（坐标）有关。本题的典型错误是学生容易将 − 3 m或 − 8 m 写成正的。由于学生初学矢量，理解尚不深刻，建议在教学中教师要善于利用这类典型错误强化矢量意识。

# 第 2 节 时间 位移

## 1．教学目标

（1）知道时刻与时间间隔的含义及在数轴上的表示方法，会在具体的问题中辨析、识别。

（2）理解位置、位移等概念的含义，会在实际问题中正确分析。

（3）了解矢量、标量的含义，理解位移的矢量性。会在一维坐标系中表示物体做直线运动的位置、位移等物理量。

（4）理解位移-时间图像的物理意义，能根据图像分析物体在一段时间内的位移。

（5）了解打点计时器的基本结构和工作原理，会使用打点计时器记录物体运动的位移和时间。知道如实记录原始数据的重要性。

## 2．教材分析与教学建议

描述机械运动就是要描述物体的空间位置随时间的变化情况。本节内容围绕时刻、时间和位置、位移概念的建立展开。首先通过问题引发学生对位置、时间等概念的思考，通过分析，使学生逐步建立描述物体运动的时刻、时间间隔、位置、位移的概念，指出矢量与标量的特征。然后变换物理量的表征方式，借助坐标系和位移一时间图像等数学方法表示时刻、时间、位置、位移及物体位置随时间的变化。再通过用打点计时器记录物体运动的位移和时间的实验，增加对物理知识及方法的体验。最后利用“科学漫步”栏目中介绍的全球导航卫星系统，将学习的内容与科技和社会联系起来，使学生体会到物理知识与人类生活息息相关，北斗系统的应用和发展前景的介绍，更是有助于培养学生的爱国主义精神。

本节的重点之一是时刻和时间间隔的区别与联系，因为生活中人们有时笼统地称它们为时间，因此教科书采用举例分析的方法，让学生通过感性认识辨析并建立起正确的概念。位移概念及其矢量性是本节的重点和难点，教材先明确了物体位置的概念，进而通过实例与初中已有的路程概念比较，建立起位移和矢量的概念。

在坐标系中表示位置、位移等物理量是学生初次将矢量进行数形结合的学习，而描绘位移-时间图像则是第一次用数学图像描绘物理过程和规律，因而难点表现在数学和物理的结合，即对数学表现形式的物理意义的理解上。

学生在本节学习中首次接触打点计时器，它的实验原理、使用方法和数据测量与处理分析也是本节的重点和难点之一。

### （1）问题引入

本节开始提出如何准确地描述一辆行驶在北京长安街上的汽车所处的位置。经过上一节的学习，学生认识到研究汽车在长安街上的位置变化时，可以把汽车看成质点，以地面或长安街上的标志建筑（如天安门等）为参考系。接下来学生会发现，由于汽车是运动的，要说清楚汽车的位置及位量变化，必须先指明是哪个时刻汽车所处的位置或哪段时间内汽车的位置变化。这样就会让学生认识到要用时间和空间参量描述物体的运动，同时也对时空之间的瞬时和过程间的对应关系有了初步的认识，自然地引出下面关于时刻和时间间隔以及位置和位移的教学内容。

### （2）时刻和时间间隔

时间是描述物体运动的重要概念，针对描述物体运动问题的瞬时性或过程性，又可以分别指时刻或时间间隔。教科书通过实例使学生明确二者的区别和联系，并通过时间数轴形象而准确地表示出来。

学生对时间一词并不陌生，但日常生活中的“时间”一词，有时含义并不一样。教师可以启发学生举例说明具体问题中时间的确切含义，使学生分清时刻和时间间隔，并且认识到时刻是一个瞬时值，对应物体运动的一个确定的状态和位置；时间间隔是一个过程量，对应时间始、末两个状态之间的变化过程。

教师可以让学生在数轴上标出各种时间。例如第 3 s 末、第 4 s初、第 5 s 内、第二个 4 s、4 s 到 7 s 的中间时刻等，进一步明确时刻和时间间隔的含义，也为进一步学习位移–时间图像（*x*–*t* 图像）和速度-时间图像（*v*–*t* 图像）打下基础。

### （3）位置和位移

要准确地描述物体的运动，就要研究物体的位置及位置的变化。教科书结合行驶在长安街上的汽车的例子，讲述如何建立坐标系——明确坐标原点、规定坐栎轴正方向和单位长度等，如何在坐标系中准确地描述物体的位置。教科书上提到了研究地面上运动的物体，可以用二维平面直角坐标系，此处教师可以根据学生的基础和兴趣决定是否展开讲解二维坐标系。

物体运动过程中，位置不断变化。教科书通过从北京到重庆选择不同交通方式的不同路径，启发学生思考如何描述物体位置的变化。通过与路程的比较，建立位移的概念，并在此基础上再引入矢量和标量的概念。此部分内容的教学可以参考如下的教学示例。

### 教学片段

**位移与路程 矢量与标量**

师：在教科书所举的例子中，人从北京到重庆，可以乘飞机直达，也可以坐火车，经石家庄、郑州、西安到重庆，还可以先坐火车经石家庄、郑州到武汉，再由武汉乘轮船到重庆，这些不同的路径所走的路程不同，但什么是相同的？

生：出发的起点和到达的终点相同。

师：那么，我们该如何描述沿不同路径的位置变化呢？

生：将起点和终点用线段相连，线段的长度可以表示位置变化的多少。

师：在上述例子中，不管走哪条路，物体位置的变化都是相同的。那么，从北京到重庆位置的变化怎么表示呢？如果从北京到另外某个地方连接的线段长度与从北京到重庆的线段长度相同，这两个位置的变化相同吗？

生：不同，终点不同，线段指向不同。（学生讨论时可能有不同的看法，教师要引导学生关注到方向问题。）

师：是的，仅考虑初末位置间的连线长度，不能把位置的变化描述清楚，还应表明位置变化的指向。大小相同，但方向不同的有向线段表示的位置的变化也是不同的。物理学中用位移这个物理量描述物体位置的变化。也就是说，上例中三条不同路径的位移是相同的。物理学中把像位移这样，既有大小又有方向的物理量叫作矢量；像路程这样只有大小，没有方向的物理量叫作标量。请同学们举出其他矢量和标量的例子。

生：矢量还有力，标量有时间、温度。（学生可能还会举出速度、功、功率、能量、电流、电压、电阻等物理量，教师肯定学生正确的说法，指出错误的，但不必详细讲解。因为此时学生刚接触矢量概念，还需随着后面课程的学习逐步加深理解。）

需要说明的是，由坐标原点指向物体所在位置的有向线段——位矢，是描述物体位置常用的物理量，但是为了降低难度，教科书中并没有明确提出位矢的概念，如果学生基础好，也可以简单介绍一下。

### （4）直线运动的位移

位移是位置的变化量，直线运动的位移应该是末位置的坐标减去初位置的坐标，由前面学习的物体做直线运动时的位置在一维坐标系中的表示方法，则Δ*x* = *x*2 − *x*1，而位移的方向应是从初始位置指向末位置。教师可以给出几组初、末位置坐标让学生计算位移，例如：*x*1 = 2 m，*x*2 = 5 m；*x*1 = 5 m，*x*2 = 2 m；*x*1 = − 2 m，*x*2 = 5 m；*x*1 = 5 m，*x*2 = − 2 m等。此时教师应启发学生在坐标系中画出表示似上几个位移的有向线段，让学生寻找位移的正负与有向线段方向之间的关系，初步体会矢量计算的数学方法。

如果坐标系中的位移为负，是表示位移的方向与规定的坐标轴正方向相反。

### （5）位移–时间图像

用图像描述和表达物理规律是物理研究中常用的方法。位移-时间图像是高中研究的第一个物理图像，它将位移与时间结合起来，形象地表示了它们的关系，即物体在不同时刻的位置和通过不同时间间隔的位移。位移一时间图像可以直观、形象地描述物体的运动。在研究物体的运动时，只要物体在任意时刻的位置确定了，那么物体的运动情况也就清楚了，因此记录物体在任意时刻的位置是重要的。

需要指出的是，位置与位移虽然并不是一个概念，但如果以物体的出发点作为坐标原点且物体做直线运动，则位移与位置相等（Δ*x* = *x*），位置与时刻的变化关系，就是位移与时间的变化关系，此时位置-时刻图像，也称为位移–时间图像，即 *x*–*t* 图像。为使学生进一步理解二者的联系与区别，也可以让学生描绘一个计时起点物体不在坐标原点的直线运动的位置-时刻图像。教学的重点是如何绘制 *x*–*t* 图像以及对 *x*–*t* 图像的物理含义的理解。通过学习 *x*–*t* 图像，学生也会初步体会到一般物理图像的作图方法和图你对分析物理问题的意义。

学生在初中数学课中学过绘制函数图像，因此教学中可借助学生的数学知识，将时间视为函数自变量，位移视为函数因变量，借助函数图像的描绘方法，描述 *x*–*t* 图像，并分析其物理意义。

### （6）位移和时间的测量

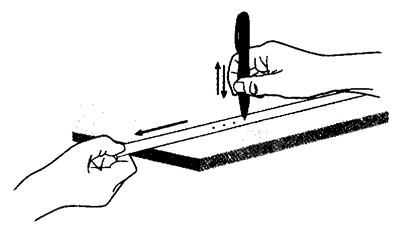
要描述物体的运动，研究其位移随时间的变化规律，就要准确地记录物体的位移和所用的时间。教科书举出照相、钟表、频闪照相等记录物体运动位移和时间的方法后，重点介绍了用打点计时器测量物体运动位移和时间的方法。通过初中的学习和生活实践，学生对如何测量物体运动的位移和时间有一定的感性认识，教师可以先让学生讨论测量位移和时间的各种仪器和方法，有条件的可以拍摄频闪照片或视频录像等。在学生思考的基础上，可以让两个学生配合做一个模拟打点计时器的小实验，弄清实验记录时间和位移的原理，在感性认识的基础上再介绍打点计时器的构造、工作原理和使用方法等。建议由学生设计练习使用打点计时器的实验，重点是记录物体运动的时间和相应的位移。实验中除了用手拉纸带运动，也可以设计由物体带动纸带运动，让学生体会运动形式的多样性，也为后面速度、加速度的教学打下基础。这部分教学可以补充如下教学片段。

### 教学片段

**测量手拉纸带的位移和时间**

组织学生每两人一组，利用秒表、纸带、彩色水笔和米尺设计一个实验，同时将位移和时间一起测量出来。要求学生分组探索，经过讨论和尝试，基本可以得到以下方案：如图 1–2，一位同学手拿一支彩色水笔，手可以上下移动，但不要左右移动；另一位同学牵动一条宽约 1 cm 的长纸带，使纸带在笔下沿着直线向前移动。拿笔的同学看着表，每隔 1 s 用笔在纸上点一个点。两位同学配合点完纸带后，用直尺测量各点迹到出发点的位移，并在点迹旁标出打下这个点迹时的时刻。

图 1–2



教师指出如果将上述实验中人工打点自动化，就会制成一个打点计时器。接下来每组下发打点计时器及使用说明书，引导学生观察打点计时器的构造，分析打点计时的原理。这部分的难点是打点计时器的工作原理，教师可以在学生讨论的基础上按先后的逻辑顺序帮助学生梳理：线圈中通过周期性交变电流一带动振针周期性上下打点→每两点间的时间间隔为交流周期0.02 s→每两点间的距离为这0.02 s时间间隔内的位移大小→打点计时器可通过计算点迹间隔数*n*，测出时间间隔0.02*n* s；通过测量点间距，测出与时间间隔对应的位移*x*。这样，用打点计时器就可以同时测出位移和时间了。

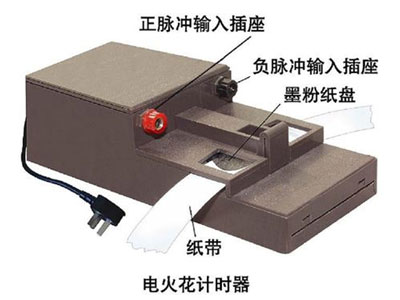


图 1–3

教科书上重点介绍的是电磁打点计时器。有些学校使用的是电火花打点计时器，如图 1–3 所示。电火花打点计时器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。使用时，墨粉纸套在纸盘轴上，把纸带穿过限位孔。当接通电源、按下脉冲输出开关时，计时器发出的脉冲电流经放电针、墨粉纸盘到纸盘轴，产生火花放电，于是在运动的纸带上就打出一行点迹。当电源频率是50 Hz时，每隔0.02 s打一次点。这种计时器工作时，纸带运动时受到的阻力比较小。电磁打点计时器和电火花计时器在实验中的作用是相同的，所以今后的叙述中不再区分，统称打点计时器。

## 3．“练习与应用”参考答案与提示

本节共 6 道习题。第 1、2 题检测学生是否知道时间间隔和时刻、位移和路程的区别与联系。第 3 题在了解 800 m 比赛规则的基础上练习将实际问题物理情境化。第 4 题练习用一维坐标系描述物体的位置和位移。第 5 题理解 *x*–*t* 图像的物理意义。第 6 题练习用表格梳理位置、位移以及与参考点选择的具体关系。

1．（1）8 点 42 分是指时刻，8 分是指时间间隔。

（2）“这么早”是指时刻，“等了这么久”是指一段时间间隔。

（3）“前 3 s"“最后 3 s”“第 3 s 内”是指时间间隔，“第 3 s 末”是指时刻。

2．其中的“千米”是指路程。因为汽车行驶路线一般不是直线。

3．（1）路程和位移的大小都是 100 m。

（2）在 800 m 比赛中，不同跑道的运动员跑完全程的路程，可以认为都是 800 m；对于 800 m 比赛，在第 1 道次上起跑的运动员，若从第1道次到达终点，则他的位移是 0，而其他道次上的运动员，跑完全程的位移一般不是 0，而且大小和方向一般均不相同。

提示：标准跑道周长为 400 m。在 800 m 比赛中，起跑线为阶梯形起跑线，在起跑后运动员先沿着各自的道次跑，通过第一个弯道后，进入直道上的抢道线切入里道，绕跑两圈到达终点。

4．如图 1–4 所示，位移Δ*x* = *x*Q－*x*P = －5 m，方向由P指向Q。

*O*

*x*/m

P

Q

图 1–4

5．（1）汽车最远位置距离出发点 30 m；（2）汽车在 10 ~ 20 s 内没有行驶；（3）汽车在 0 ~ 10 s 内驶离出发点，在 20 ~ 40 s 驶向出发点。

6．结果如表 1–1 所示。

表 1–1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 坐标原点 | 抛出点的坐标/m | 最高点的坐标/m | 落地点的坐标/m | 从抛出点到最高点的位移/m | 从最高点到落地点的位移/m | 从抛出点到落地点的位移/m |
| 地面 | 3 | 8 | 0 | 5 | − 8 | − 3 |
| 抛出点 | 0 | 5 | − 3 | 5 | − 8 | − 3 |

提示：分别以地面和抛出点为原点建立一维坐标系，通过比较可知，在不同的坐标系中，出发点、最高点和落地点的坐标不同，而两点间的位移相同，进一步体会到位移矢量与坐标系无关，只与初、末位置（坐标）有关。本题的典型错误是学生容易将 − 3 m 或 − 8 m 写成正的。由于学生初学矢量，理解尚不深刻，建议在教学中教师要善于利用这类典型错误强化矢量意识。