

# 高中物理

Peterlits

2019 年 10 月 10 日



# 目录

<b>第一章 机械运动与物理模型</b>	<b>1</b>
1.1 内容要求 . . . . .	1
1.2 正文 . . . . .	2
1.2.1 质点 参考系和坐标系 . . . . .	2
1.2.2 时间和位移 . . . . .	4
1.2.3 运动快慢的描述 —— 速度 . . . . .	6
1.2.4 实验：用打点计时器测速度 . . . . .	9
1.2.5 速度变化快慢的描述 —— 加速度 . . . . .	11



# 第一章 机械运动与物理模型

## 1.1 内容要求

根据普通高中物理课程标准（2017年版），该节需要：

- 了解近代实验科学产生的背景，认识实验对物理学发展的推动作用。
- 经历质点模型的构建过程，了解质点的意义。
- 理解位移、速度和加速度。
- 通过实验，了解探究匀变速直线的特点。使用公式、图像描述匀变速直线运动，理解其规律。
- 通过实验，认识自由落体运动规律。
- 结合实验学史的相关内容，认识物理实验和科学推理在物理学研究中的作用。

而根据教学形式与传统形式不同（补课），所以着重落在辅为主的基本原则。争取细、全、补、预四个方面牢抓狠抓：

细，围绕考试大纲为主，不放过任何一个考点考型。

全，注重框架化，辅导中把结构放在第一位。

补，查漏补缺，是学习中最重要的一环。每个课时都有大量的联系，不仅可以加速掌握知识的速度，更能了解到学生的详细情况。

预，在老师上课前提前预习。

同时不仅要在课上下功夫，课下，在学做人、学做事之外，也不应该放下学业，祝同学在生活上做一个清醒、正直又有趣的人，在学业上做一个热爱智慧的人。

## 1.2 正文

### 1.2.1 质点 参考系和坐标系

#### 质点

质点模型是高中提出的第一个理想模型<sup>1</sup>。

描述物体运动的困难和麻烦有很多——运动物体各不相同，属性也各不相同<sup>2</sup>。为了描述运动过程，就必须提炼出运动物体的共性，于是质点模型出现了。

既然质点是为了描述运动状态的一种理想模型，什么物体可以视为质点呢<sup>3</sup>？

#### 参考系

初中时已经学过参考物，而参考系和参考物本质上并无不同，只是参考系是一种更为科学的名字。

#### 坐标系

坐标系是数学知识在物理学科中的应用。

---

<sup>1</sup>Q: 什么是模型？什么是理想模型？怎么构建一个模型？

<sup>2</sup>... “如果物体都是只有质量，没有形状的一个点，那问题就简单了...” ...

<sup>3</sup>我想答案就在前一句话里。

坐标系的存在是为了确认做运动的物体的位置。为了定量描述物体的位置及位置的变化，需要在参考系上建立适当的坐标系<sup>4</sup>。

例题

- 1 “一江春水向东流”说明了怎样的运动情况？那么“地球的公转”呢？“太阳东升西落”呢？
- 2 一个人相对于一匀速运动的车厢欲把物体水平抛出，他观察到的现象是“物体做水平运动”吗？对于车厢外的人来说，他可能会观察到什么现象？<sup>5</sup>

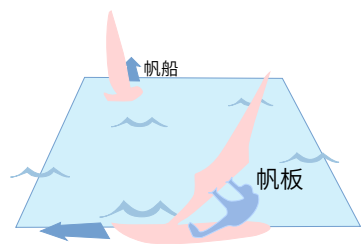


图 1.1: 正在行驶的帆船和帆板

- 3 见图1.1<sup>6</sup>，帆板在海面上以速度  $v$  朝正西方向运动，帆船以速度  $v$  朝正北方向航行，以帆板为参照物，有
- ( \_\_\_\_\_ )
- A. 帆船朝正东方向航行，速度大小为  $v$ .
- B. 帆船朝正西方向航行，速度大小为  $v$ .
- C. 帆船朝南偏东  $45^\circ$  方向航行，速度大小为  $\sqrt{2}v$ .

<sup>4</sup>这是书上的一段原话，将第一节中的两个系的概念互相联系起来。(我觉得好棒的说)

<sup>5</sup>原题是：一人在车厢中把物体抛出，那种情况下，乘客在运动车厢里观察到是现象和在静止车厢里观察到的现象一样？(选项：车厢匀速直线行驶时；车厢减速时；车厢转弯时；车厢加速行驶时)

<sup>6</sup>图真的好难画啊...

D. 帆船朝北偏东  $45^\circ$  方向航行, 速度大小为  $\sqrt{2}v$ .

4 下列说法正确的是 ( )

- A. 由于“辽宁舰”“高大威武”, 故任何情况下都不能看成质点.
- B. 战斗机飞行员可以把正在甲板上用手势指挥的调度员看做一个质点.
- C. 在战斗机飞行训练中, 研究战斗机的空中翻滚动作时, 战斗机可以看做质点.
- D. 研究“辽宁舰”航母在大海中运动轨迹时, 航母可以看做一个质点.

5 (泰州中学高三学情检测) 帆船即利用风力前行的船, 帆船起源于荷兰, 古代的荷兰, 地势很低, 所以开凿了很多运河, 人们普遍使用小帆船运输或捕鱼, 到了 13 世纪, 威尼斯开始定期举办帆船运动比赛, 当时比赛船还没有统一的规格和级别, 1900 年第 2 届奥运会开始将帆船运动列为比赛项目. 帆船前进时, 船员感觉岸上的树木向后移动, 他所选择的参考系是

( )

- A. 河水.
- B. 河岸.
- C. 帆船.
- D. 天空.

### 1.2.2 时间和位移

#### 时间和时刻

什么是时间? 什么是时刻? 它们之间的概念有什么区别?



## 路程和位移

什么是路程？什么是位移？它们之间的概念又有什么区别？<sup>7</sup>

### 例题

1 （无锡市高三期初联考，多选）小明坐出租车到车站接人后返回出发地，司机打出全程的发票如图1.2所示，由发票中的信息可知（\_\_\_\_\_）

- A. 11:26 是指时间间隔.
- B. 出租车的位移为  $23.0\text{km}$ .
- C. 出租车的平均速度是 0.
- D. 出租车的平均速度是  $46\text{km/h}$ .



图 1.2: 全程的发票

2 <sup>8</sup> 下列说法正确的是(\_\_\_\_\_)

- A. 高速公路路牌上显示“南京  $100\text{km}$ ”，表示该处距离南京的位移大小为  $100\text{km}$ .
- B. 博尔特比别的运动员起跑快，是因为他的加速度比别的运动员大.
- C. 磁悬浮列车运动得很快，我们说它的加速度很大.
- D. 马拉松运动员完成赛程，又跑回原来出发的体育场，我们说他的位移很大.

3 （句容高级中学高三月考）建筑工地上的起重机把一筐砖先竖直向上提升  $40\text{m}$ ，然后沿半径为  $30\text{m}$  的圆弧水平转过  $60^\circ$ ，此过程中砖块的路程和位移大小为（\_\_\_\_\_）

- A. 路程大于  $70\text{m}$ ，位移为  $50\text{m}$ .

<sup>7</sup>在这两个基础上的速度和速率呢？

<sup>8</sup>关于速度、加速度下一小节会讲到.

- B. 路程和位移都大于  $50m$ .  
 C. 路程为  $70m$ , 位移为  $50m$ .  
 D. 路程和位移都是  $70m$ .

### 1.2.3 运动快慢的描述 —— 速度

#### 速度与速率

在上一小节中提到过, 速度是以位移和时间<sup>9</sup>为基础而引出的, 所以, 速度和位移一样, 是具有方向性的, 是矢量。而初中所学的速度<sup>10</sup>和高中学习的速度是不相同的<sup>11</sup>。

#### 平均速度和瞬时速度

根据速度的定义, 很容易就可以知道:

$$v = \frac{x}{t}$$

而平均速度, 是对于一整段运动过程而言的, 所以会使用到的整个运动过程中的总位移和总时间:

$$\bar{v} = \frac{x_{\text{总}}}{t_{\text{总}}}$$

当整个时间长度无线趋近于零时 ( $t \rightarrow 0$ ), 算出来的平均速度就会无线趋近于那个点的瞬时速度:

$$v = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{x_t}{t}, x_t \text{ 为在时间 } t \text{ 所运动的路径}$$

.

<sup>9</sup>它们前两个相对应的标量单位又是什么呢? 时间对应时间维度的一根线的话, 对应一个点的物理量又是什么呢?

<sup>10</sup>在高中阶段它应该被称为速率而不是速度

<sup>11</sup>因为性质的不同 (矢量和标量) 所以有时同一个运动过程, 求出来的速度和速率的大小是不相同的, 在什么情况下呢? 物体做直线运动时也会不相同吗?

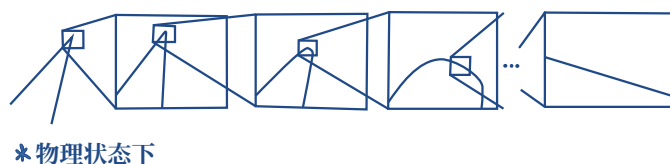


图 1.3: 极限是光滑的

在时间间隔  $\Delta t$  较小的情况下，平均速度能比较精确的描述物体的快慢程度<sup>12</sup>，这点要注意，瞬时，不是指一个瞬间、一个时刻，它是指一个趋于 0 的时间。

同时需要知道的，在  $\Delta t$  趋于 0 时，一切物理状态都是平滑的、不突变的，所以在  $\Delta t \rightarrow 0$  时，位移的大小等于路程（因为运动轨迹放到无限大时就是一条直线），请参见图1.3，这时，瞬时速度的大小（注意，瞬时速度也是速度，它也有方向）

比如说，汽车的速度计不能显示车辆运行的方向，所以，它显示的是汽车的瞬时速率，数值上也等于瞬时速度的大小。

## 例题

1 （苏州市高三期初调研，多选）两个物体  $A$ ， $B$  的加速度  $a_A > a_B$ ，则（\_\_\_\_\_）

- A.  $A$  的速度一定比  $B$  的速度大.
- B.  $A$  的速度变化量一定比  $B$  的速度变化量大.
- C.  $A$  的速度变化一定比  $B$  的速度变换快.
- D.  $A$  的速度变换率一定比  $B$  的速度变化率大.

<sup>12</sup>因为时间越长，所包含的物体运动状态的可能性就越高，时间越短运动状态就越可能表现唯一，在  $\Delta t \rightarrow 0$  时，它的速度就是唯一的（因为不可能在一个点能存在两种状态），数学有一种模型叫分形是在无限发大后仍然是粗糙的，但它是一个不可能存在与物理世界的理想模型（还记得真空环境下的球形鸡吗）。

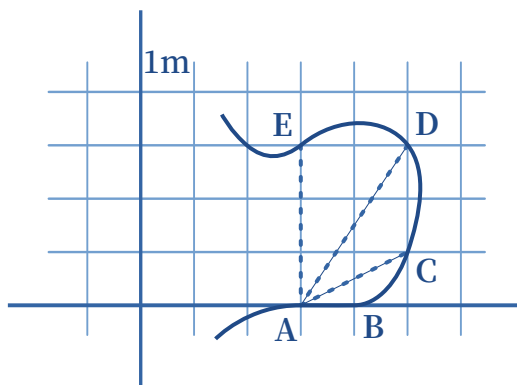


图 1.4: 物体沿曲线轨迹的箭头方向运动

**2** (宿迁市高三模拟) 如图1.4所示, 物体沿曲线轨迹的箭头方向运动,  $AB$ 、 $ABC$ 、 $ABCD$ 、 $ABCDE$  四段曲线轨迹运动所用的时间分别是  $1s$ 、 $2s$ 、 $3s$ 、 $4s$ , 则下列说法错误的是 ( )

- A. 物体在  $AB$  段的平均速度为  $1m/s$ .
- B. 物体在  $ABC$  段的平均速度为  $\frac{\sqrt{5}}{2}m/s$ .
- C.  $AB$  段的平均速度比  $ABC$  段的平均速度更能反映出  $A$  点时的瞬时速度.
- D. 物体在  $B$  点的速度等于  $AC$  段的平均速度.

**3** 汽车从甲城以速度  $v_1$  沿直线一直行驶到乙城, 紧接着又从乙城以速度  $v_2$  沿直线返回, 到达甲、乙两城中点的丙小镇, 关于汽车在这一全过程中的平均速度, 下列说法正确的是 ( )

- A.  $\frac{v_1+v_2}{2}$ , 方向为甲指向丙.
- B.  $\frac{v_1+v_2}{2}$ , 方向为乙指向丙.
- C.  $\frac{v_1 v_2}{v_1+2v_2}$ , 方向为乙指向丙.
- D.  $\frac{v_1 v_2}{v_1+2v_2}$ , 方向为甲指向丙.

4 (盐城市高三联考) 一辆汽车在一条平直公路上行驶, 先以  $108\text{km/h}$  的速度行驶全程的  $\frac{1}{4}$ , 接着以  $36\text{km/h}$  的速度行驶完其余的  $\frac{3}{4}$ , 求汽车在全程内的平均速度大小.

### 1.2.4 实验: 用打点计时器测速度

#### 两种打点计时器

**电磁打点计时器** 电磁打点器的工作电压和工作频率是多少? 它的工作原理又是什么呢?

**电火花计时器** 电火花计时器在什么电压下工作呢? 它是通过什么来工作的?

#### 打点计时器的原理

理想情况下, 打点计时器的打点时长可以看作为零<sup>13</sup>, 所以会在纸带上留下很多点的痕迹。因为它们的工作频率, 它们会每隔  $0.02\text{s}$  打出一个点, 两点之间就是纸带在该时间 (即  $0.02\text{s}$  内) 内走过的位移的大小。

#### 用打点计时器测量瞬时速度

又瞬时速度的定义可知, 只有当  $t \rightarrow 0$  的时候下的平均速度才是瞬时速度。可是这在现实生活中难以实现, 但是在一些情况下根据理论也可以求出理论下的瞬时速度。

比如在图1.5中, 使用  $D$ ,  $F$  两点的距离除以  $0.06\text{s}$  ( $D$ 、 $F$  之间有三个由点分开的距离, 根据打点计时器的工作频率, 容易知道, 它们之间的距离对应的时间是  $0.02\text{s} \times 3 = 0.06\text{s}$ ) 就可以算出  $DF$  的平均速度。而  $D$ 、 $F$  的平均速度的大小, 就和  $E$  的瞬时速度相近了。

---

<sup>13</sup>当然, 实际上打点时长一定不为零, 只是因为打点计时器的工作原理, 所以打点计时器的打点时长很短, 可以说是接近于零。在理想情况下看做零, 就可以把打点计时器留下来的印记看做是一个点了

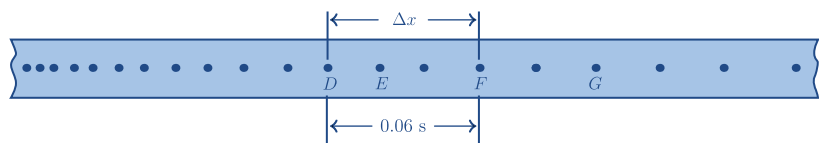


图 1.5: 纸带和点

我们知道，距离越短，时间相应越小，而所求的平均速度就越等于所求点的瞬时速度。

那么理论上的瞬时速度到底该怎么求呢？它到底需要满足什么条件呢？它和其他的点构成的路程和所对应的时间到底有什么联系呢？

用图像来表示速度

如图1.6所示，将手拉纸带的原始数据处理后就得到了一个  $v - t$  图像。在处理之后，图1.6的丙图就是最接近现实情况的图像。<sup>14</sup>

使用  $v - t$  图像，可以直观地了解到物体的运动情况。

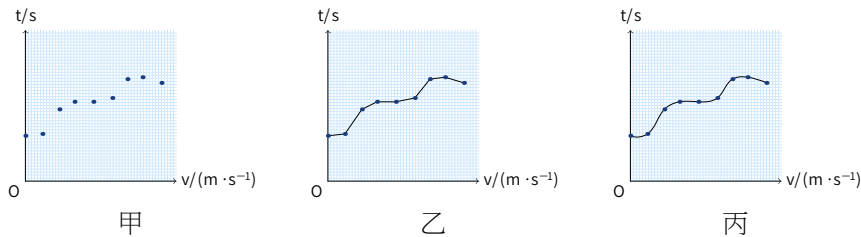


图 1.6: 打点计时的速度 - 时间图像

<sup>14</sup>Q: 为什么要处理成丙图的样子？为什么不建议使用乙图呢？

### 1.2.5 速度变化快慢的描述 —— 加速度

小汽车和列车都可以达到  $100\text{km/h}$ ，但是它们到达这样的速度所用的时间是不一样的，我们直观地感受到小轿车起步  $20\text{s}$  后速度就已经达到了  $100\text{km/h}$ ，但是火车却需要  $500\text{s}$ ，速度大、速度变化大和速度变化得快是三种不同的情况。

#### 加速度

加速度是速度的变化量与发生这一变化过程所用时间的比值。通常用  $a$  来表示。

若用  $\Delta v$  表示速度在时间间隔  $\Delta t$  内发生的变化，则有：

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

在国际单位制里面，加速度的单位是米每二次方秒，符号是  $\text{m/s}^2$  或  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 。

#### 加速度方向与速度方向的关系

加速度和速度是紧密联系在一起，但是它们在一个瞬间并不能相互决定。

比如说：

- 有可能出现速度大，但是加速度小的情况吗？
- 有可能出现速度变化量小，而加速度大的情况吗？
- 有可能出现速度方向与加速度方向相反的情况吗？
- 有可能出现加速度方向与速度变化量相反的情况吗？
- 有可能出现加速度增加而速度减少的情况吗？
- 物体速度为零，那么它的加速度一定为零吗？

可以看出，企图简单的考虑加速度和速度之间的关系是显得比较冒昧的。考虑加速度和速度之间的关系时，必须要用速度变化量作为中间桥梁。所以说，加速度大，速度变化快（在单位时间内变化量大），在下一单位时

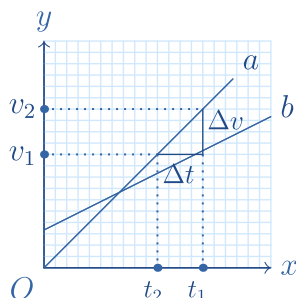


图 1.7: 速度-时间图像示意

间内速度会发生较大的变化。所以说，速度大，加速度不一定大；加速度大，速度也不一定大。

加速度和速度变化量一样（因为是由它推导出来的物理量），是矢量。它的方向<sup>15</sup>在决定物体运动的性质上也有重要作用：

1. 加速运动 → 加速度与速度同向
2. 减速运动 → 加速度与速度反向

根据图1.7中，解答以下问题：

- (1) 如何表示加速度的大小<sup>16</sup>？
- (2) 物体做直线运动的加速度变化吗？为什么？
- (3)  $a$ 、 $b$  两个物体加速度的大小关系是怎么样的呢？

当然，运动也不止在一维平面发生，那么，在二维平面上，物体的速度大小未发生变化，那么其加速度的大小一定为零吗？

<sup>15</sup> 无论如何，在研究矢量的时候一定要注意到矢量的方向性。同学们一般都会过重看待矢量的大小而不注意它的方向性。但同时又要注意的是，方向和大小是独立的，方向也不会改变矢量的大小。比如定义在一维数轴上的速度  $v_1$  和  $v_2$ ，满足  $v_1 = 5\text{m/s}$ ，而  $v_2 = -7\text{m/s}$ ，虽然  $v_2$  定义下的值是负数，但是  $v_2$  是向量，向量的大小不可能为零（两点之间的距离不可能为零），它的大小是它的绝对值，即  $7\text{m/s}$ ，所以  $v_2$  的大小大于  $v_1$ ，那么，值旁边的负数符号到底代表了什么意思呢？

<sup>16</sup> 要记住加速度的定义呀。



**例题**

1 比较速度与加速度的物理意义，判断下列说法是否正确，举例说明你的理由。其中正确的是 ( )

- A. 加速度不为零的运动速度一定增加.
- B. 两物体相比，一个物体的速度变化量比较大，加速度一定大.
- C. 物体运动越来越快，其加速度一定越来越大.
- D. 物体速度变化越来越慢，物体的加速度越来越小.
- E. 相等时间内速度变化大的物体，加速度大.

2 对下列物理公式的理解，说法正确的是 ( )

- A. 由公式  $a = \frac{\Delta v}{t}$  可知，加速度  $a$  由速度的变化量  $\Delta v$  和时间  $t$  决定.
- B. 速度方向改变，加速度方向一定改变.
- C. 加速度大的物体运动得快.
- D. 加速度不为零时速度一定改变.