

## 思考与讨论

普通的小型轿车和旅客列车，速度都能达到  $100\text{ km/h}$ 。但是，它们起步后达到这样的速度所需的时间是不一样的。例如一辆小汽车起步时在  $20\text{ s}$  内速度达到了  $100\text{ km/h}$ ，而一列火车达到这个速度大约要用  $500\text{ s}$ 。

谁的速度“增加”得比较快？它们的速度平均  $1\text{ s}$  各增加多少？

请再举出一些例子，说明“速度大”“速度变化大”“速度变化得快”描述的是三种不同的情况。

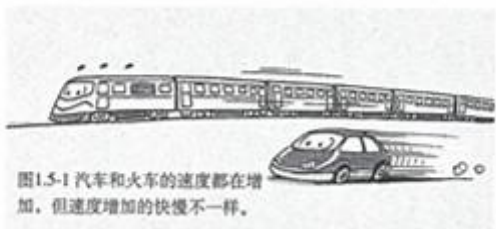


图1.5-1 汽车和火车的速度都在增加，但速度增加的快慢不一样。

我们已经用速度这个物理量来描述物体运动的快慢，是不是还应该有一个物理量来描述速度“变化”的快慢？

**加速度** 不同物体运动时速度变化的快慢往往是不同的。例如，一架飞机在地面从静止加速到刚离地面的过程中，约在30 s内速度由0增加到约300 km/h（相当于83 m/s），飞机速度的变化与发生这个变化所用时间之比为

$$\frac{83 \text{ m/s} - 0}{30 \text{ s}} = 2.8 \text{ m/s}^2$$

一门迫击炮射击时，炮弹在炮筒中的速度在0.005 s内就可以由0增加到250 m/s，炮弹速度的变化与发生这个变化所用时间之比为

$$\frac{250 \text{ m/s} - 0}{0.005 \text{ s}} = 5 \times 10^4 \text{ m/s}^2$$

炮弹速度的变化，比飞机起飞速度的变化快得多。

为了描述物体运动速度变化的快慢这一特征，我们引入**加速度(acceleration)**的概念：**加速度是速度的变化量与发生这一变化所用时间的比值**，通常用 $a$ 代表。若用 $\Delta v$ 表示速度在时间间隔 $\Delta t$ 内发生的变化，则有

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

在国际单位制中，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** 加速度也是矢量，它不仅有大小，也有方向。现在讨论直线运动中加速度的方向与速度方向的关系。

物体运动的快慢和运动速度变化的快慢，意思是不一样的！

加速度是用比值定义物理量的又一个例子。

就像平均速度与瞬时速度那样，加速度也有平均加速度与瞬时加速度之分。



如图1.5-2,汽车原来的速度是  $v_1$ , 经过一小段时间  $\Delta t$  之后, 速度变为  $v_2$ . 为了在图中表示加速度, 我们以原来的速度  $v_1$  的箭头端为起点, 以后来的速度  $v_2$  的箭头端为终点, 作出一个新的箭头, 它就表示速度的变化量  $\Delta v$ . 由于加速度  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ , 所以加速度的方向与速度变化量  $\Delta v$  的方向相同, 确定了速度变化量  $\Delta v$  的方向, 也就确定了加速度  $a$  的方向.

从图中看出: 在直线运动中, 如果速度增加, 加速度的方向与速度的方向相同, 如果速度减小, 加速度的方向与速度的方向相反.

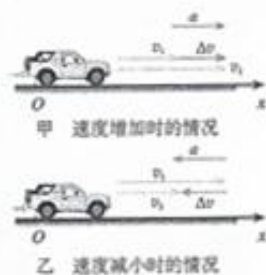


图 1.5-2 加速度方向与速度方向的关系

### 说一说

日常生活中, 对于运动的物体可以问它走了多远, 这是路程或位移的概念, 可以问它走得有多快, 这是速度的概念.

然而, 在我们的生活语言中, 没有与加速度对应的词语. 可以说, 不学物理, 在头脑里不会自发地形成加速度的概念.

日常生活中一般只有笼统的“快”和“慢”, 这里有时指的是速度, 有时模模糊糊地指的是加速度. 你能分别举出几个这样的例子吗?

一些运动物体的加速度  $a/(m \cdot s^{-2})$

炮弹在炮筒中	$5 \times 10^4$	赛车起步	4.5
跳伞者着陆时	-24.5	汽车起步	约 2
喷气式飞机着陆后滑行	-5 ~ -8	无轨电车起步	约 1.8
汽车急刹车	-4 ~ -6	旅客列车起步	约 0.35

飞机起飞时, 在同一底片上相隔同样时间多次曝光“拍摄”的照片(合成照片), 可以看出, 在同样时间间隔中, 飞机的位移不断增大.

① 本表中的负号表示加速度方向与速度方向相反, 即运动越来越慢.

**从  $v-t$  图象看加速度** 通过速度—时间图象不但能够了解物体运动的速度随时间变化的情况，还能够知道物体的加速度。

### 思考与讨论

图1.5-3中的两条直线  $a$ 、 $b$  分别是两个物体运动的  $v-t$  图象。哪个物体运动的加速度比较大？为什么？

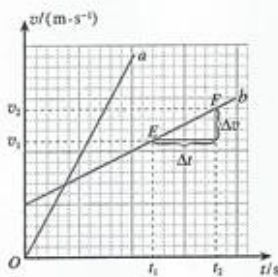


图1.5-3 从速度—时间图象看物体的加速度

图中  $E$ 、 $F$  两点分别表示物体在  $t_1$ 、 $t_2$  时刻的速度  $v_1$ 、 $v_2$ 。从图中可以看出，小三角形的一条直角边代表时间间隔  $\Delta t$ ，另一条直角边代表速度的变化量  $\Delta v$ 。因此，从曲线的倾斜程度就能判断加速度的大小，比值  $\frac{\Delta v}{\Delta t}$  就是加速度的数值。

### 科学漫步

#### 变化率

西红柿在成熟的过程中，它的大小、含糖量等会随着时间变化，树木在成长过程中，它的高度、树干的直径会随着时间变化，河流、湖泊的水位也会随着时间变化，某种商品的价格也会随着时间变化……这些变化有时快、有时慢。描述变化快慢的量就是变化率。

自然界中某量  $D$  的变化可以记为  $\Delta D$ ，发生这个变化所用的时间间隔可以记为  $\Delta t$ ，变化量  $\Delta D$  与  $\Delta t$  的比值  $\frac{\Delta D}{\Delta t}$  就是这个量的变化率。显然，变化率在描述各种变化过程时起着非常重要的作用，速度和加速度就是两个很好的例子。

变化率表示变化的快慢，不表示变化的大小。速度大，加速度不一定大。比如匀速飞行的高空侦察机，尽管它的速度能够接近  $1000 \text{ m/s}$ ，但它的加速度为  $0$ 。相反，速度小，加速度也可以很大。比如枪筒里的子弹，在扣动扳机火药刚刚爆发的时刻，尽管子弹的速度接近  $0$ ，但它的加速度可以达到  $5 \times 10^4 \text{ m/s}^2$ 。

生活中还有哪些实例与变化率相关？



## 问题与练习

- 小型轿车的“百公里加速时间”是汽车从静止开始加速到  $100 \text{ km/h}$  所用的最少时间，它与发动机功率、车体质量、传动机构的匹配等因素有关，是反映汽车性能的重要参数。A、B、C 三种型号的轿车实测的百公里加速时间分别为  $11.3 \text{ s}$ 、 $13.2 \text{ s}$ 、 $15.5 \text{ s}$ ，计算它们在测试时的平均加速度。
- 有没有符合下列说法的实例？若有，请举例。
  - 物体运动的加速度等于  $0$ ，而速度却不等于  $0$ 。
  - 两物体相比，一个物体的速度变化量比较大，而加速度却比较小。
  - 物体具有向东的加速度，而速度的方向却向西。
  - 物体做直线运动，后一阶段的加速度比前一阶段小，但速度却比前一阶段大。
- 图 1.5-4 中的三条直线描述了 A、B、C 三个物体的运动，通过目测判断哪个物体的加速度最大，并说出根据，然后根据图中的数据计算它们的加速度，并说明加速度的方向。
- 为测定气垫导轨上滑块的加速度，滑块上安装了宽度为  $3.0 \text{ cm}$  的遮光板（图 1.4-10 和图 1.4-11），滑块在牵引力作用下先后通过两个光电门，配套的数字毫秒计记录了遮光板通过第一个光电门的时间为  $\Delta t_1 = 0.29 \text{ s}$ ，通过第二个光电门的时间为  $\Delta t_2 = 0.11 \text{ s}$ ，遮光板从开始遮住第一个光电门到开始遮住第二个光电门的时间为  $\Delta t = 3.57 \text{ s}$ ，求滑块的加速度。

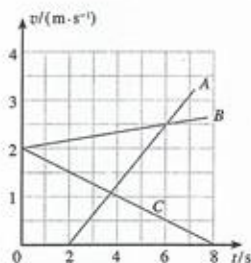


图 1.5-4 计算加速度