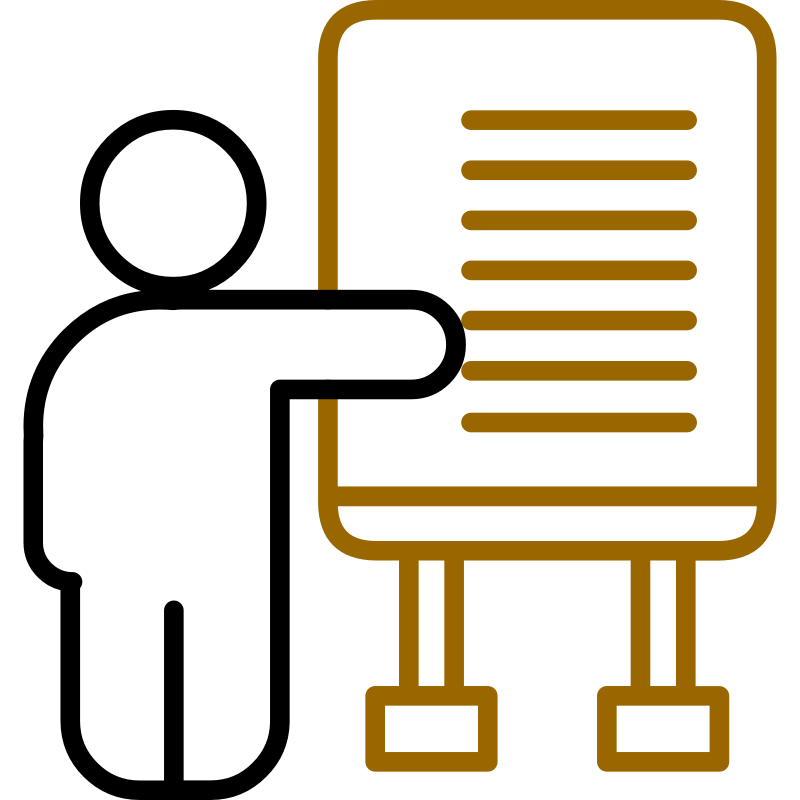
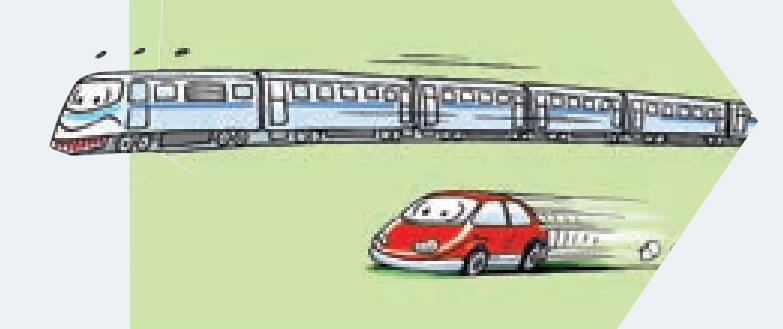
**第二章 直线运动 第三节 匀变速直线运动 加速度**

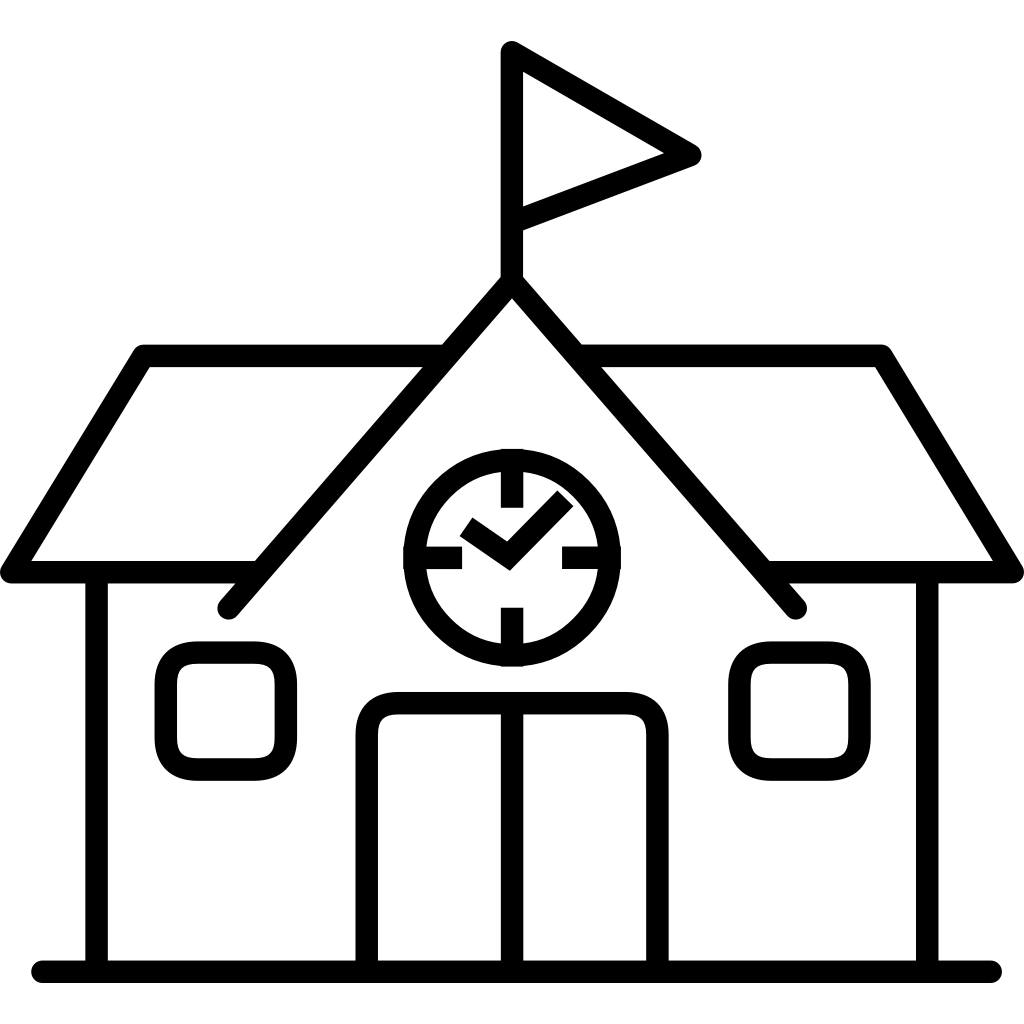
**初中回顾**

我们知道，汽车、火车在启动和刹车时，它们的速度是变化的。在相等的时间内，物体的位移就不相等。像这种物体在相等的时间里，通过的路程不相等的直线运动叫做变速直线运动。



31393936353332353b31393936383838313b759195ee某同学早上从家中出发沿一条直马路步行到学校，途中遇到几次红灯和黄灯，他每一时刻的速度是变化的还是不变的？

若不需要考虑各个时刻的运动情况，研究该同学从家到学校整个过程运动的快慢，可以用一个“平均速度”来表达吗？

**入门阶梯**

做匀速直线运动的物体，运动的快慢程度始终相同，只要知道了它的速度，就能了解物体任意时刻的运动快慢。做变速直线运动的物体，各个时刻的快慢程度不同，我们引入用**平均速度**来描述物体在整个过程中运动的快慢；用**瞬时速度**来描述物体在各个时刻运动的快慢；用**加速度**来描述物体速度变化的快慢。

**一、变速直线运动、平均速度和瞬时速度**

某同学参加100m赛跑，从起跑开始到终点结束，他的运动不是匀速直线运动。他起跑时速度越来越大，接近终点时又开始冲刺，如果将他所用的时间*t*细分为若干小的时间段∆*t*，则在每一个∆*t*时时间内的位移∆*s*不相等。所以他做的是变速直线运动。

1. **变速直线运动**

在相等的时间里，物体的位移不相等的直线运动叫做**变速直线运动**。变速直线运动物体的速度时刻在变化，研究起来很复杂，有时我们无需考虑变速直线运动中物体在每一时刻的运动情况，而只需要了解整个过程总体运动快慢，为此引入**平均速度**这一概念。

1. **平均速度**

在变速直线运动中，运动物体的位移*s*与所用时间*t*之比，叫做这段位移内或这一时间内的**平均速度**。

我们说某运动员百米跑的速度是10m/s，列车全程速度达到120km/h，这里指的都是平均速度。平均速度是一个矢量，方向与位移方向相同。

前面所说的同学从家沿直线步行到学校，途中有走有停，有快有慢，速度是变化的，他做的是**变速直线运动**。如果只研究该同学从家到学校整个过程运动的快慢，就用他通过的位移与所用时间的比值求出平均速度即可。

**图2-25**



**扩展阅读**

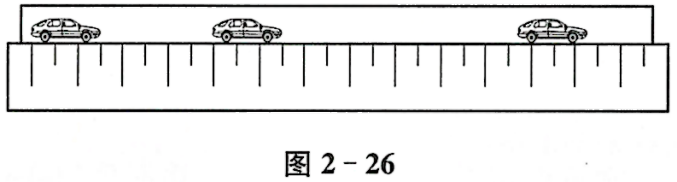
**研究运动的好素材————频闪照片**

在一些运动学问题中，经常用到“频闪照片”“超声波测速仪""运动传感器"等手段来测量速度和位移。

“频闪”是近代闪光灯所具有的特殊功能中的一种，在单一曝光过程中发生多次闪光，这就是频闪。频闪摄影是在暗室中，用频闪光源照射移动物体，于是就使同一画面上出现一串连续运动的影像。如图2-25所示是舞蹈演员从跳舞时某一小段时间内动作频闪的照片。

用频闪照相可以记录下运动物体每隔一定时间所在的位置，这样的照片可以用来对运动进行分析。通过分析频闪照片并从照片中得来的数据进行计算和处理，可以对复杂运动特别是快速运动的物体的运动情况进行分析。

**例题1**（平均速度）如图2-26所示，为了测定某辆轿车在平直路面上启动时的平均速度（轿车启动时做变速运动），某人拍摄了一张在同一底片上多次曝光的照片。如果拍摄每隔2s曝光一次，轿车车身总长为4.5m，那么轿车在这段时间内的平均速度约为多少？



**解析** 已知：每隔2s曝光一次，轿车总运动时间*t*=4s；车身长4.5m，占3小格，则轿车运动位移*s*=1.5×21.5m=32.25m。

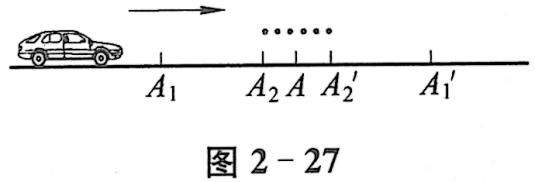
求：平均速度？

轿车在这段时间内的平均速度

**点拨** 平均速度是指物体--段时间内所发生的位移*s*与所用时间*t*的比值。

1. **瞬时速度**

在变速直线运动中，如果选取的位移大小不同，平均速度的大小也不同。平均速度只是粗略地描述了某段时间内（或某段位移上）物体运动的快慢。要精确地描述变速直线运动，还需要知道物体在每一时刻（或位置）的运动速度。物体在某一时刻的速度，或经过某一位置时的速度叫**瞬时速度**（也称即时速度）。



如图2-27所示是一辆做变速直线运动的轿车，我们要确定它经过A点的瞬时速度。从A点两侧取一小段位移*A*1*A*1*’* 求出在这段位移上的平均速度，这个平均速度可以近似地表示轿车经过*A*点的快慢程度；从A点两侧所取的位移越小（比如*A*2*A*2’），所得的平均速度用来表示汽车经过A点的快慢程度就越精确。当位移足够短时，所得的平均速度就等于轿车经过A点的瞬时速度了。

瞬时速度能精确描述做变速直线运动的物体在任何时刻（或任一位置）的运动快慢和运动方向。某位置（或某时刻）的瞬时速度，就是无限逼近该位置（或时刻）附近的位移（或时间）内的平均速度。比如，子弹出膛的速度为900m/s，这指的是子弹离开枪膛时的速度，是瞬时速度，也就是子弹无限逼近出膛时的平均速度。

瞬时速度也是矢量，瞬时速度的大小叫速率（注意与平均速率区别）。日常生活和物理学中说到的"速度"，有时是指速率，即"速度大小"的简称，这要根据上下文判断。

**二、匀变速直线运动、加速度**

**1. 匀变速直线运动**

如果物体速度增加了，它是加速的；如果物体速度减小了，它是减速的。意大利科学家伽利略（1564—1642）首先认真研究了变速运动。他设想，最简单的变速运动的速度应该是均匀变化的。而速度的变化怎样才算均匀呢？伽利略判定，这种运动速度的变化对时间来说是均匀的，即经过相等的时间，速度的变化相等，并用实验证明了这种运动方式在自然界中的确是存在的。这种运动就是我们现在要研究的匀变速直线运动。



在相等的时间里速度的变化相等的直线运动叫匀变速直线运动，简称为匀变速运动。

常见的许多变速运动实际上并不是匀变速运动，但很接近，可以当作匀变速运动来处理。匀变速运动也是一个理想化的运动模型。如石块从不高的地方自由下落的运动、射击时枪弹在枪筒里的加速运动等都可以看作匀变速运动。

**2. 加速度**

现在仔细研究下面三例匀变速直线运动中速度随时间是怎样变化的？

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 火车从车站开出 | 时刻*t/s* | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
| 速度*v/m·s*-1 | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| 摩托车加速 | 时刻*t/s* | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 速度*v/m·s*-1 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 |
| 汽车刹车 | 时刻*t/s* | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 速度*v/m·s*-1 | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 | 0 |

从表中可知，火车从车站开出时，每经过60s速度增加4m/s；摩托车加速时每经过2s速度增加4m/s，做加速运动。汽车刹车时每经过1s速度减小4m/s，做减速运动。

从上面三例可以看出，匀变速直线运动相同时间间隔内速度变化相等，因而速度的变化跟发生这个变化所用时间的比值是一个恒量，即在匀变速直线运动中，在相等的时间里速度的变化相等。这个比值越大，表示速度变化越快。

为了表达速度变化的快慢，物理学中引入了一个新的物理量——**加速度**。

在匀变速直线运动中，速度的变化∆*v*和所用时间∆*t*的比，叫做匀变速直线运动的加速度。用*a*表示，若为物体运动的初速度，为经过时间*t*后物体的运动速度，则有

由上式可知，加速度在数值上等于单位时间内（每秒内）速度的变化。

加速度的单位由速度的单位和时间的单位确定的。国际单位制中加速度的单位是米/秒²（m/s²），读作：“米每二次方秒”。

如上述三例：

火车从车站开出时，

摩托车加速时，

汽车刹车时，

31393936353332353b31393936383838313b759195ee**加速度为什么会是负数呢？**

加速度是矢量。在直线运动中，常取开始运动时的方向作为正方向。此时，若>， 读度变化∆*v*是正值，*a*的方向就是∆*v*的方向，是正值，表示加速度的方向与初速度的方向相同；若<，，速度变化∆*v*就是负值，*a*也是负值，表示加速度的方向与初速度的方向相反。

在匀变速直线运动中，所谓“匀变速”就是加速度矢量是恒定的，即大小和方向均不改变。

因此，上述三例中，汽车刹车加速度最大，火车从车站开出时加速度最小。

**例题2** （速度和加速度） 试计算下列问题：

（1）已知=5m/s，向东，=7m/s，向东，求∆*v*的大小和方向；

（2）已知=5m/s，向东，=2m/s，向东，用时3s。求∆*v*、*a*的大小和方向。

**解析** （1）取初速度的向东方向为正，速度变化∆*v*=-=（7-5）m/s==2m/s，方向向东。

（2）取初速度的向东方向为正，速度变化∆*v*=-=（2-5）m/s=-3m/s，负号表示速度变化方向向西；加速度，即加速度大小为，方向向西。

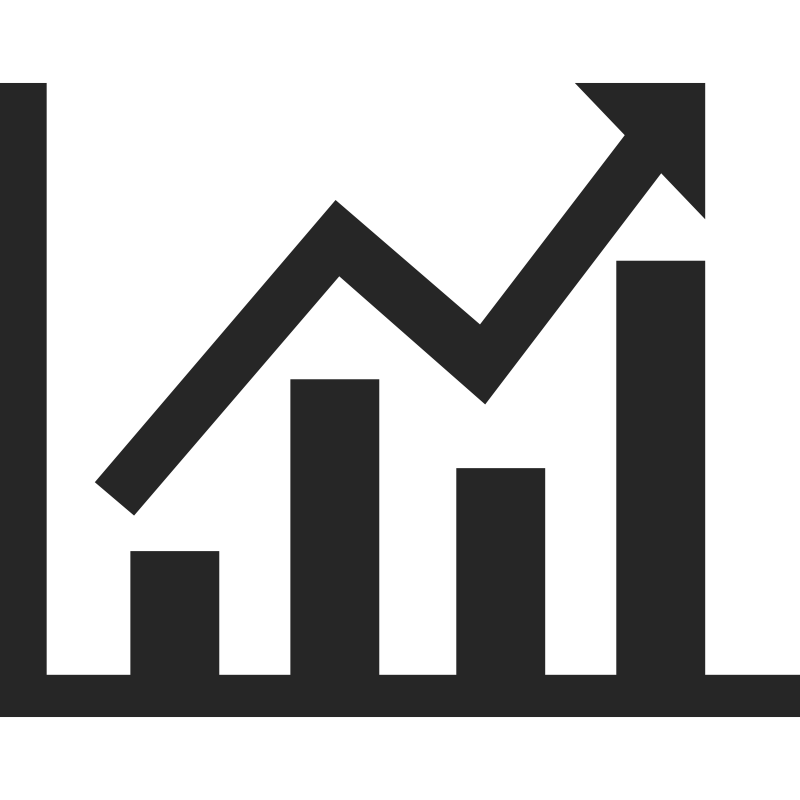
**例题3**（加速度）试计算下列各种情况下的加速度∶

1. =990m/s，=10000m/s，*t*=100s;
2. =0m/s，=2m/s，*t*=0.01s;
3. =0m/s，=1000m/s，*t*=108s。

解析 （1），速度*v*很大，速度变化∆*v*不大；加速度*a*也不大。

1. ；速度*v*、速度变化∆*v*不大；但加速度*a*大。
2. ；速度变化∆*v*大；但加速度*a*很小。

**点拨**  速度*v*、速度变化∆*v*、加速度*a*都是矢量，但它们有区别。速度*v*大，速度变化∆*v*不一定大；速度变化∆*v*大，加速度*a*不一定大，反之亦然；加速度*a*方向与速度变化∆*v*方向相同，与速度*v*方向不一定相同。

**尝试挑战**

1.（平均速度） 某物体做直线运动，前30 min 内速度为30 m/s，第二个30 min 内速度为60m/s，则该物体在这1h内的平均速度为\_\_\_\_\_\_m/s。

2.（平均速度、平均速率）某人从甲地沿直线出发20s末到达距离100m的乙地，立即返回，经30s回到甲地，这段时间内他的平均速度为\_\_\_\_\_\_m/s，平均速率为 m/s。.

3.（位移、速度、加速度） 位移是表达质点位置变化大小和方向的物理量，速度是表示质点\_\_\_\_\_\_的物理量，速度变化量是表示速度变化大小和方向的物理量，加速度是表示质点\_\_\_\_\_\_\_的物理量，上述各量都是\_\_\_\_\_\_\_（选填“标量”或“矢量”）。

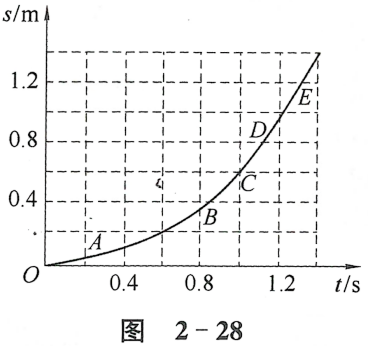
4.（速度变化量、加速度）加速度的定义式为\_\_\_\_\_\_\_，单位是m/s²，读作 ；加速度的方向就是速度变化量的方向，\_\_\_\_\_\_（选填“一定”或“不一定”）与速度方向相同。直线运动中，一般以初速度为正方向，若∆*v*为负，则加速度与初速度方向\_\_\_\_\_\_。加速度是\_\_\_\_\_时间内\_\_\_\_\_\_的变化量，它是描述物体 的物理量。

5.（速度变化量、加速度）已知=8m/s，向东；=20m/s，向东，则∆*v*的大小为 ，方向为 。若此速度变化用时 ∆*t*= 12s，则物体的加速度大小为 ，方向为

6.（加速度）若某质点的=7m/s，∆*v*=-8m/s，用时∆*t*=10s，该质点的加速度为\_\_\_\_\_\_\_\_m/s，负号表示 ；= m/s，方向为 。

7.（平均速度） 做直线运动的质点，在运动过程中，前一半时间内速度为*v*1，后一个时间内速度为*v*2，则质点在通过这一段位移的运动过程中，平均速度为\_\_\_\_\_\_\_\_；若前一半位移内的速度为*v*1，后一半位移内的速度为*v*2，则通过这一段位移的平均速度为 。

8.（平均速度、瞬时速度） 某质点的*s-t*图像如图2- 28所示。由图可知，物体做\_\_\_\_\_\_\_\_运动。它在1.4s内的平均速度为\_\_\_\_\_\_\_m/s。若要了解位移为0.6m（C点对应）时的瞬时速度，用某一平均速度来做近似描述。取0.6s到1.2s内的平均速度*v*1与0.4m到0.8m内的平均速度*v*2相比，\_\_\_\_\_\_更接近位移为0.6m时的瞬时速度。



参考答案

1.45 2.0；4 3.位置变化快慢和方向；速度变化快慢和方向；矢量 4.；米每二次方秒；不一定；相反；单位；速度；速度变化快慢和方向 5.12m/s；向东；1m/s²；向东 6.-0.8m/s²；加速度方向与初速度方向相反；-1；与初速度方向相反 7.20 8.变速直线；1；*v*₂