

2

匀变速直线运动的速度与时间的关系

问题 ?

如果C919飞机沿直线做匀速运动，它的 $v-t$ 图像是一条平行于时间轴的直线。在上节课的实验中，小车在重物牵引下运动的 $v-t$ 图像是一条倾斜的直线，它表示小车在做什么样的运动？



匀变速直线运动

由上节课的实验我们看到，小车运动的 $v-t$ 图像类似于图2.2-1所示的 $v-t$ 图像，是一条倾斜的直线。无论 Δt 选在什么区间，对应的速度的变化量 Δv 与时间的变化量 Δt 之比都是一样的，即物体运动的加速度保持不变。所以，实验中小车的运动是加速度不变的运动。沿着一条直线，且加速度不变的运动，叫作**匀变速直线运动**（uniform variable rectilinear motion）。匀变速直线运动的 $v-t$ 图像是一条倾斜的直线。

在匀变速直线运动中，如果物体的速度随时间均匀增加，这种运动叫作匀加速直线运动；如果物体的速度随时间均匀减小，这种运动叫作匀减速直线运动。

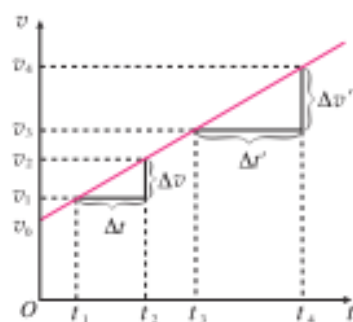


图2.2-1 匀变速直线运动的 $v-t$ 图像

速度与时间的关系

除 $v-t$ 图像外，我们还可以用公式描述物体运动的速度与时间的关系。

对于匀变速直线运动来说，我们可以把运动开始时刻取作0时刻，则由0时刻到 t 时刻的时间间隔 Δt 为 t ，而 t 时刻的速度 v 与开始时刻的速度 v_0 （叫作初速度）之差就是速度的变化量，即

► 由于加速度 a 在数值上等于单位时间内速度的变化量，所以 at 就是 t 时间内速度的变化量，再加上运动开始时物体的速度，就得到 t 时刻物体的速度。

$$\Delta v = v - v_0$$

代入 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 中，得到

$$v = v_0 + at$$

这就是匀变速直线运动的速度与时间的关系式。

【例题】

一辆汽车以 36 km/h 的速度在平直公路上匀速行驶。从某时刻起，它以 0.6 m/s^2 的加速度加速， 10 s 末因故突然紧急刹车，随后汽车停了下来。刹车时做匀减速运动的加速度大小是 6 m/s^2 。

- (1) 汽车在 10 s 末的速度是多少？
- (2) 汽车从刹车到停下来用了多长时间？

分析 依题意，汽车加速和减速过程都是在做匀变速直线运动。

第(1)问是已知加速的时间求末速度。

第(2)问是已知末速度求减速的时间。两个问题都需要用匀变速直线运动的速度与时间关系式来求解。其中，第(2)问汽车加速度的方向跟速度、位移的方向相反，需要建立坐标系处理物理量之间的正负号问题。

解 (1) 汽车做匀加速直线运动。

初速度 $v_0 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$ ，加速度 $a = 0.6 \text{ m/s}^2$ ，时间 $t = 10 \text{ s}$ 。

根据匀变速直线运动速度与时间的关系式，有

$$v = v_0 + at = 10 \text{ m/s} + 0.6 \text{ m/s}^2 \times 10 \text{ s} = 16 \text{ m/s}$$

(2) 以汽车运动方向为正方向建立一维坐标系(图2.2-2)，与正方向一致的量取正号，相反的取负号。

汽车从第 10 s 末开始做匀减速直线运动，因此初速度 $v_0 = 16 \text{ m/s}$ ，末速度 $v = 0$ ，加速度 $a = -6 \text{ m/s}^2$ 。

根据 $v = v_0 + at$ 得

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 16 \text{ m/s}}{-6 \text{ m/s}^2} = 2.67 \text{ s}$$

汽车 10 s 末的速度为 16 m/s ，从刹车到停下来要用 2.67 s 。



图2.2-2

思考与讨论

图 2.2-3 是一个物体运动的 $v-t$ 图像。它的速度怎样变化？在相等的时间间隔内，即 $\Delta t' = \Delta t$ 时，速度的变化量 $\Delta v'$ 和 Δv 总是相等的吗？物体在做匀变速运动吗？

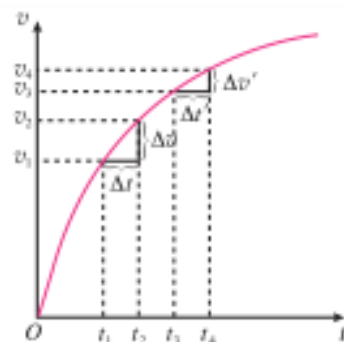


图 2.2-3

练习与应用

1. 列车原来的速度是 36 km/h ，在一段下坡路上加速度为 0.2 m/s^2 。列车行驶到下坡路末端时，速度增加到 54 km/h 。求列车通过这段下坡路所用的时间。

2. 以 72 km/h 的速度行驶的列车在驶近一座石拱桥时做匀减速直线运动（图 2.2-4），加速度的大小是 0.1 m/s^2 ，列车减速行驶 2 min 后的速度是多少？



图 2.2-4

3. 2013 年 12 月 14 日，嫦娥三号登月探测器平稳落月（图 2.2-5），中国首次地外天体软着陆成功。当它靠近月球后，先悬停在月面上方一定高度，之后关闭发动机，以 1.6 m/s^2 的加速度下落，经过 2.25 s 到达月面，此时探测器的速度是多少？

4. 一个物体沿着直线运动，其 $v-t$ 图像如图 2.2-6 所示。



图 2.2-5

(1) 它在 1 s 末、 4 s 末、 7 s 末三个时刻的速度，哪个最大？哪个最小？

(2) 它在 1 s 末、 4 s 末、 7 s 末三个时刻的速度方向是否相同？

(3) 它在 1 s 末、 4 s 末、 7 s 末三个时刻的加速度，哪个最大？哪个最小？

(4) 它在 1 s 末和 7 s 末的加速度方向是否相同？

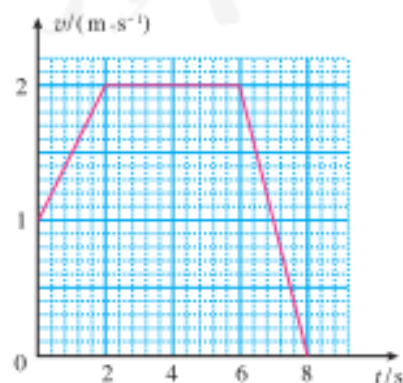


图 2.2-6