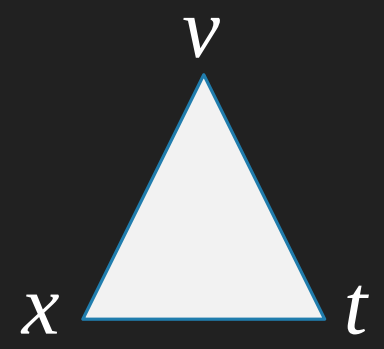
第三讲 匀变速直线运动的规律



1、速度——时间关系

2、位移——时间关系

3、速度——位移关系

1、速度——时间关系

什么是匀变速直线运动？

速度随时间均匀变化

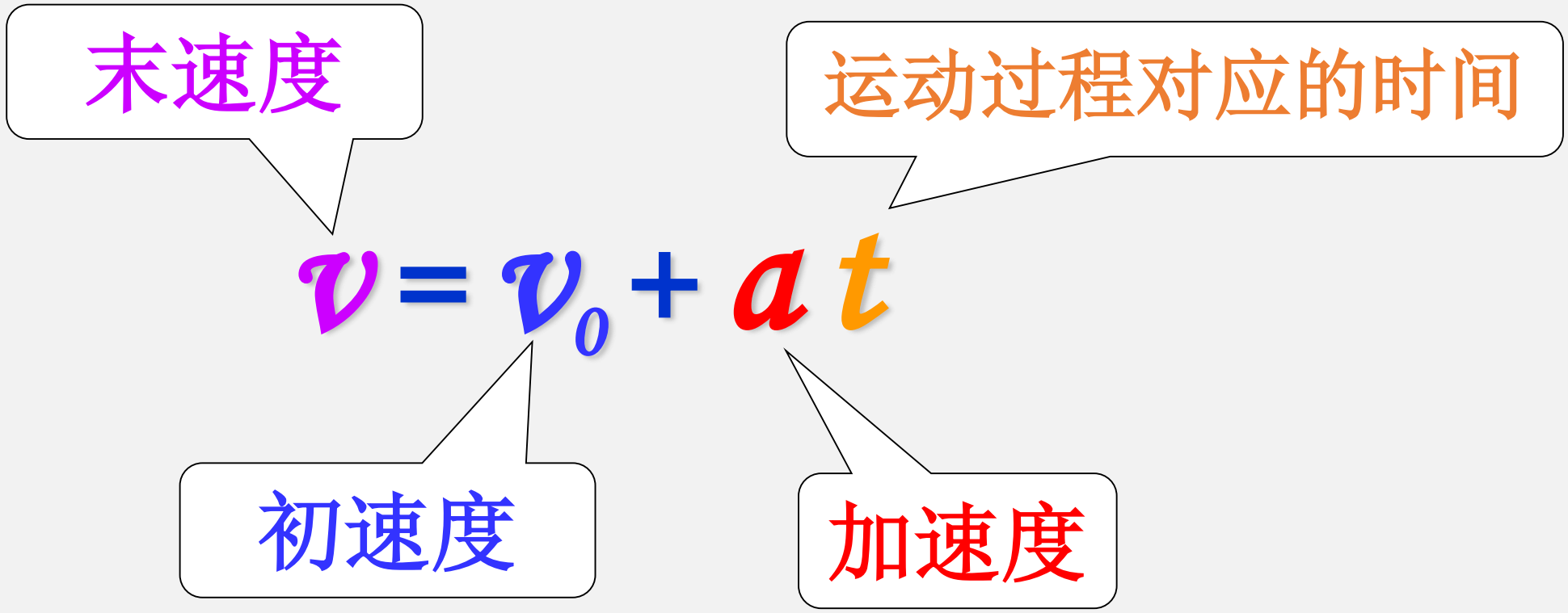
加速度不变

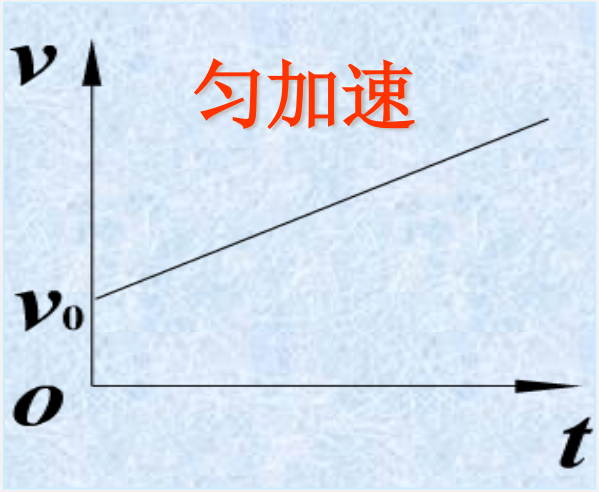
$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\text{恒矢量}$$

$$a=\frac{v-v_0}{t-0}$$

$$v=v_0+at$$

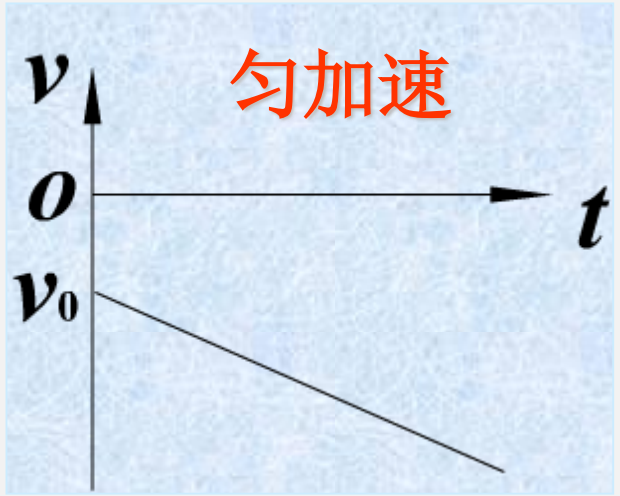
匀变速直线运动的速度——时间关系


末速度
运动过程对应的时间
$v = v_0 + at$
初速度
加速度

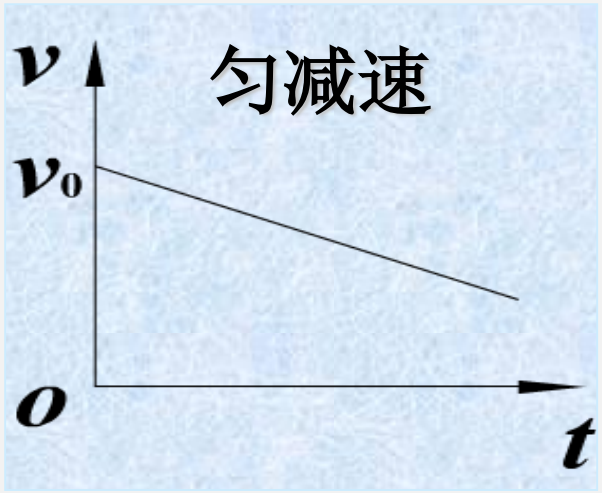


$v_0>0$，$a>0$

匀加速
（a、v同向）

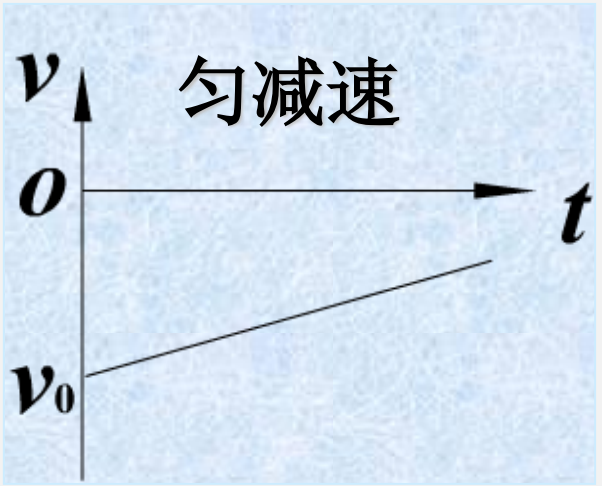


$v_0<0$，$a<0$



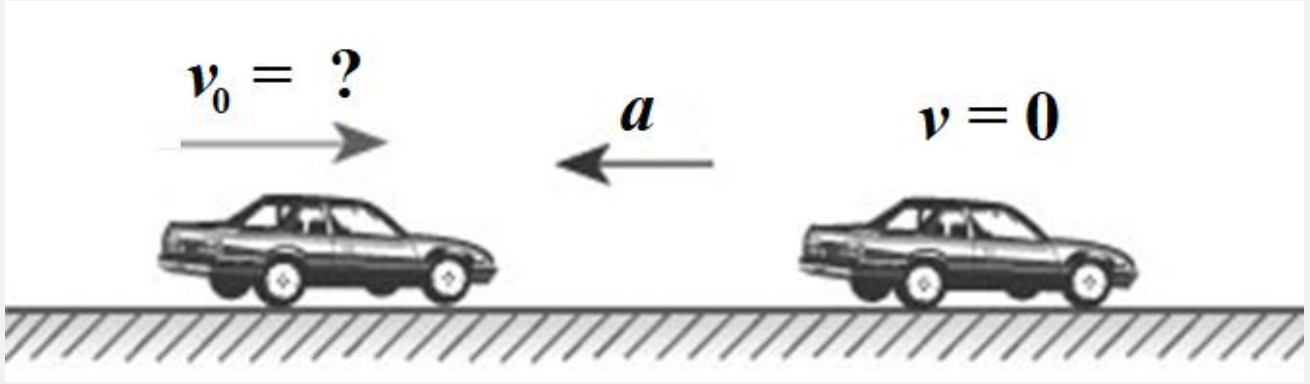
$v_0>0$，$a<0$

匀减速
（a、v反向）



$v_0<0$，$a>0$

【例1】某汽车在某路面紧急刹车时，加速度的大小是6m/s²，如果必须在2s内停下来，汽车的行驶速度最高不能超过多少？



$$v = v_0 + at$$

解：以汽车初速度v_0方向为正方向

则由 $v=v_0+at$ 得

$v_0= v-at =0 - (-6m/s^2)\times 2s=12m/s$

汽车的速度不能超过12m/s。

该式是矢量式，
应用时要先规定
正方向。

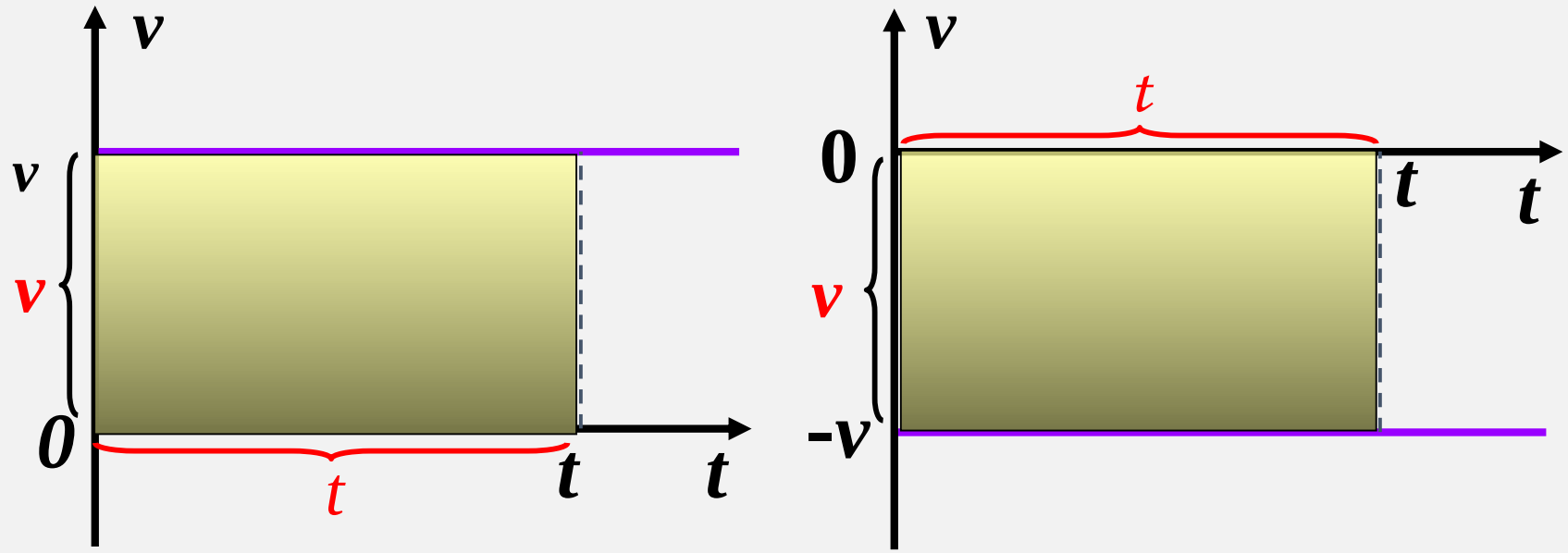
2、位移——时间关系

从匀速直线运动说起

$x = vt$

v = 恒矢量

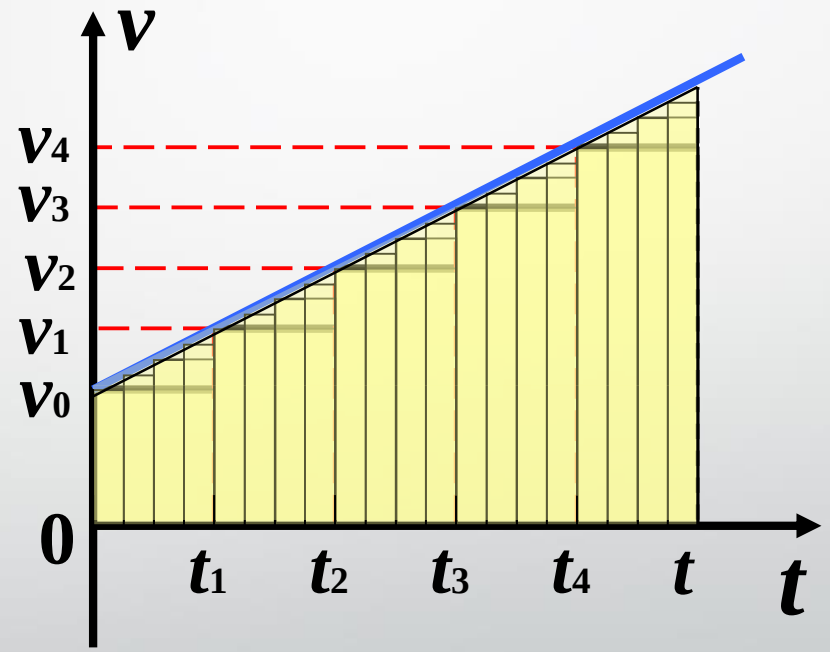
$a = 0$

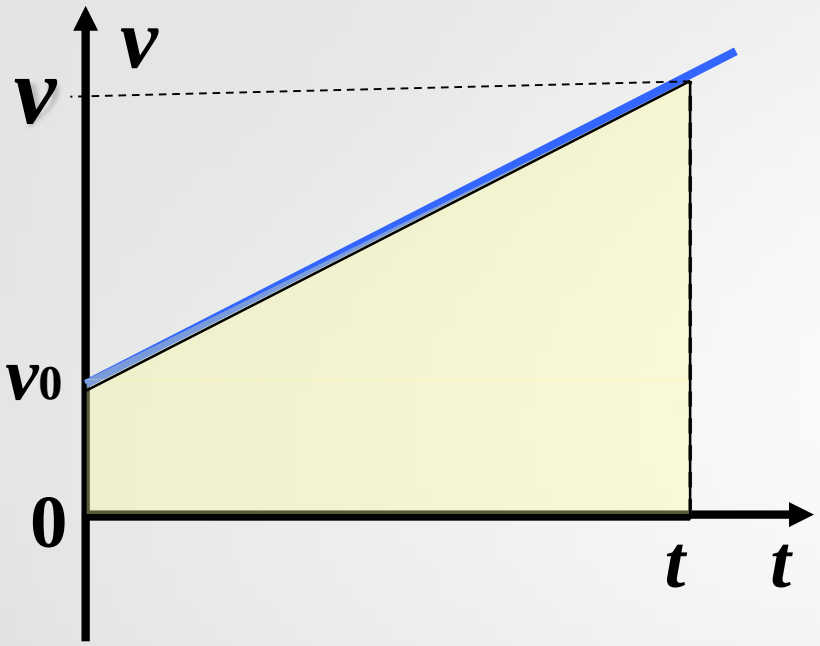


结论：位移 x 在数值上等于图线与坐标轴t所围的“面积”。

（其中横轴上方的面积代表位移为正，横轴下方的面积代表位移为负）

对于匀变速直线运动，是不是也有类似的关系呢?





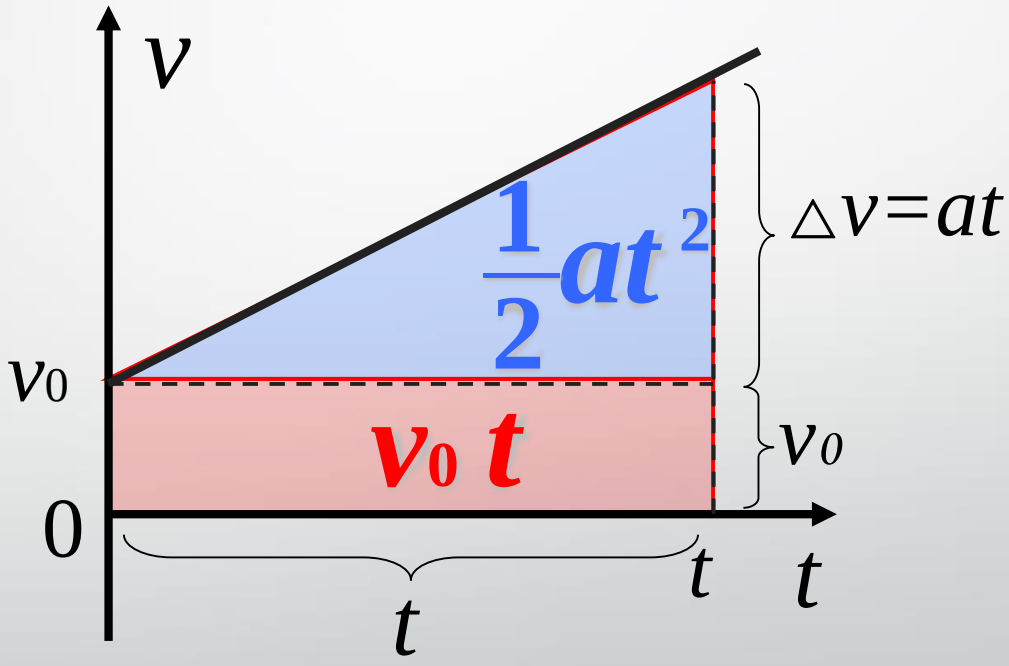
$$x = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

匀变速直线运动位移与时间的关系

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$



【例2】物体的位移随时间变化的函数关系为 $x = 4t-2t^2$ (m)，则运动的初速度、加速度分别为（　　）

A 4m/s，-2m/s^2　　B 4m/s，2m/s^2

C 4m/s，-4m/s^2　　D 4m/s，4m/s^2

答案：C

【例3】一个物体做匀变速直线运动，某时刻速度的大小为4 m/s，1 s后速度的大小变为10 m/s，则求在这1 s内该物体的加速度a和位移x。

【解析】若**规定初速度v_0的方向为正方向**，则1 s后物体速度可能是v=10 m/s，也可能是v=－10 m/s，因而有两组解。

①两速度同向时：$a_1=\dfrac{v-v_0}{t}=\dfrac{10-4}{1}\ \text{m/s}^2=6\ \text{m/s}^2$

$$x_1=v_0t+\frac{1}{2}a_1t^2=(4\times1+\frac{1}{2}\times6\times1^2)\text{m}=7\text{m}$$

②两速度反向时：$a_2=\dfrac{v-v_0}{t}=\dfrac{-10-4}{1}\ \text{m/s}^2=-14\ \text{m/s}^2$

$$x_2=\frac{1}{2}(v_0+v)t=\frac{4-10}{2}\ \text{m}=-3\ \text{m}$$

或 $x_2=v_0t+\dfrac{1}{2}a_2t^2=-3\text{m}$

式中负号表示方向与规定正方向相反。

3、速度与位移的关系

匀变速直线运动速度与位移的关系

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

（消去时间**t**）

【例4】在某城市的一条道路上，规定车辆行驶速度不得超过30km/h。在一次交通事故中，肇事车是一辆客车，量得这辆车紧急刹车(车轮被抱死)时留下的刹车痕迹长为7.6m，已知该客车刹车时的加速度大小为7m/s^2。请判断该车是否超速?

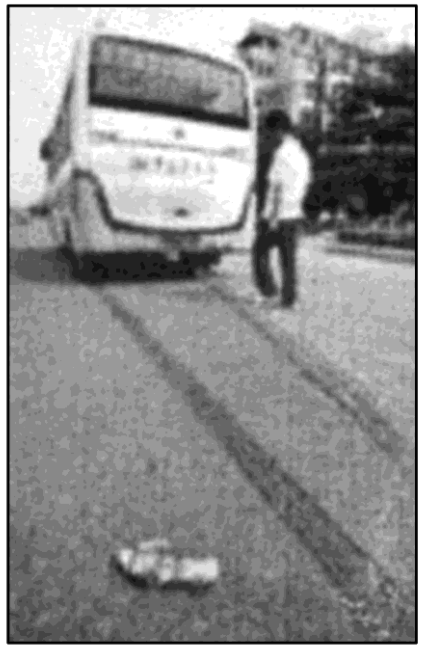
解析：已知刹车距离$x = 7.6\text{m}$，刹车时加速度$a = -7\text{m/s}^2$，客车的末速度$v = 0$。

由$v^2 - v_0^2 = 2ax$得

$$0 - v_0^2 = 2 \times (-7) \times 7.6 = -106.4$$

得 $v_0 = 10.3\text{m/s} \approx 37.1\text{km/h} > 30\text{km/h}$

所以该客车超速。



【例5】动车铁轨旁两相邻里程碑之间的距离是1 km。某同学乘坐动车时，通过观察里程碑和车厢内电子屏上显示的动车速度来估算动车减速进站时的加速度大小。当他身边的窗户经过某一里程碑时，屏幕显示的动车速度是126 km/h（图2.3–3）。动车又前进了3个里程碑时，速度变为54 km/h。把动车进站过程视为匀减速直线运动，那么动车进站的加速度是多少？它还要行驶多远才能停下来？

解　沿动车运动方向为正方向建立一维坐标系。把动车通过 3 000 m 的运动称为前一过程，之后到停下来称为后一过程。

设在前一过程中的末位置为 M 点。初速度 $v_0 = 126\ \text{km/h} = 35\ \text{m/s}$，末速度 $v_M = 54\ \text{km/h} = 15\ \text{m/s}$，位移 $x_1 = 3\ 000\ \text{m}$。

对前一过程，根据匀变速直线运动的速度与位移的关系式，有

$$a=\frac{v_M^2-v_0^2}{2x_1}=\frac{(15\ \text{m/s})^2-(35\ \text{m/s})^2}{2\times 3\ 000\ \text{m}}=-0.167\ \text{m/s}^2$$

对后一过程，末速度 $v=0$，初速度 $v_M=15\ \text{m/s}$。

由 $v^2=v_M^2+2ax_2$，有

$$x_2=\frac{v^2-v_M^2}{2a}=\frac{0-(15\ \text{m/s})^2}{2\times(-0.167)\ \text{m/s}^2}=674\ \text{m}$$

动车进站的加速度大小为 0.167 m/s^2，方向与动车运动方向相反；还要行驶 674 m 才能停下来。

【例6】某航空母舰上的战斗机起飞过程中最大加速度是$a=4.5\text{m/s}^2$，飞机速度要达到$v_0=60\text{m/s}$才能起飞，航空母舰甲板长为$L=289\text{m}$，为使飞机完全起飞，航空母舰应以一定速度航行以保证起飞安全，求航空母舰最小速度v是多少？(设飞机起飞对航母的状态没有影响，飞机的运动可以看作匀加速运动)。

相对大地

相对航母

某同学求解过程如下：

由运动学知识有 $v_0^2-v^2=2aL$，解得 $v=\sqrt{v_0^2-2aL}$

代入数据后得到

$v=\sqrt{60^2-2\times4.5\times289}\text{m/s}=\sqrt{999}\text{m/s}=31.6\text{m/s}$

经检查，计算无误．该同学所得结论是否有错误或不完善之处？若有，请予以改正或补充。

取航母为参考系：

$$(v_0-v)^2-0^2=2aL$$

解得 $v=9\text{m/s}$

再见