

匀变速直线运动问题的处理方法与技巧

彭思文

(四川省广元市川师大万达中学 四川 广元 628040)

运动学基本规律

- 1. 两个图像: (1) “v-t” 图像 (斜率的大小、正负; 图像面积)
- (2) “x-t” 图像 (重点是匀速直线运动)
- 2. 匀变速直线运动基本公式

(1) 平均速度公式: $\bar{v} = \frac{x}{t} \Rightarrow x = \bar{v}t$

(2) 速度公式: $v_t = v_0 + at$

(3) 位移公式: $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$

(4) 速度-位移公式: $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$

3. 匀变速直线运动重要推论

(1) 位移差公式 (时间间隔必须相等)

① 连续: $\Delta x = x_{II} - x_I = aT^2$

② 非连续: $x_m - x_n = (m-n)aT^2$

(2) 一段时间中间时刻的瞬时速度为: $v_{\frac{1}{2}} = \frac{x}{t} = \frac{v_0 + v_t}{2}$

(3) 一段位移中间位置的瞬时速度为: $v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$

4. 初速度为零的匀加速直线运动的几个比例式:

(1) T末、2T末、3T末...nT末的速度之比:

$v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$

(2) T内、2T内、3T内...nT内的位移之比:

$x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = 1 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$

(3) 第一个T内、第二个T内, 第三个T内...第N个T内的位移之比:

$x_I : x_{II} : x_{III} : \dots : x_N = 1 : 3 : 5 : \dots : (2N-1)$

(4) 通过前x、前2x、前3x...前Nx的位移所用时间之比:

$t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \dots : \sqrt{n}$

(5) 通过连续相等的位移所用的时间之比:

$t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$

运动学问题的处理方法与技巧

1. 基本公式法

【例1】一列火车从车站开出, 在平直轨道上做匀加速直线运动, 已知这列火车的长度为L, 当火车头经过某路标时的速度为 v_1 , 而车尾经过这路标时的速度为 v_2 。

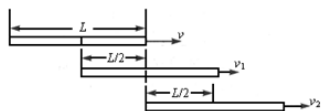
- 求: (1) 列车中点经过路标时的速度v是多大?
- (2) 整列火车通过此路标所用的时间t是多大?
- (3) 列车的加速度a是多大?

【解析】在研究列车的运动时, 列车是一个整体. 在某一时刻各部分速度都是相同的. 为研究问题方便, 使问题清晰简明, 可以任选列车的某一点 (如中点) 作为研究对象, 代表整列火车的运动状态. 画出车头、中点及车尾经过路标时列车的三种情况, 如图所示, 由题意得

(1) $v^2 - v_1^2 = 2a \cdot \frac{L}{2}$, 由以上两式得 $v = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}}$

(2) $t = \frac{L}{\frac{v_1 + v_2}{2}} = \frac{2L}{v_1 + v_2}$

(3) 由 $v_2^2 - v_1^2 = 2aL$ 得 $a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2L}$



【强化训练1】如图所示, 一小球从A点由静止开始沿斜面向下做匀变速直线运动, 若到达B点时速度为v, 到达C点时速度为2v, 则AB:BC等于 ()

- A. 1:1
- B. 1:2

- C. 1:3
- D. 1:4

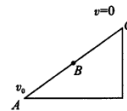
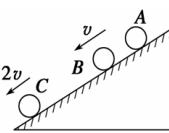
2. 逆向思维法

【例5】一物体由斜面底端上滑到顶端恰好静止, 历时 $\sqrt{2}s$, 那么它从斜面中点到顶端所用的时间是多少?

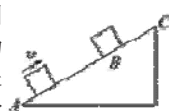
【解析】反过来它是一个初速度为零的匀加速直线运动:

C→A过程 $\frac{l}{2} = \frac{1}{2}at^2$ ①

C→B过程 $\frac{l}{2} = \frac{1}{2}at'^2$ ② 解得: $t' = 1s$

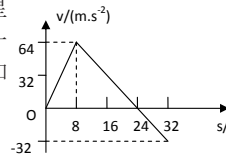


【强化训练5】物体以一定的初速度冲上固定的光滑的斜面, 到达斜面最高点C时速度恰为零, 如图所示, 已知物体第一次运动到斜面长度3/4处的B点时, 所用时间为t, 求物体从B滑到C所用的时间.



3. 图像法

【例6】一宇宙空间探测器从某一星球的表面垂直升空, 宇宙探测器升到某一高度, 发动机关闭, 其速度随时间变化如图所示.



- (1) 探测器所能达到的最大高度是多少?
- (2) 该行星表面的重力加速度是多少, 上升加速过程中的加速度?

【解析】(1) 探测器达到的高度, 可以从0—24秒内图线与坐标轴围成的面积表示,

$s = \frac{64 \times 24}{2} = 768m$

(2) 探测器上升加速过程的加速度 $a_1 = \frac{64}{8} = 8m/s^2$

关闭发动机后仅探测器仅在重力作用下运动, 其加速度即为该星球的重力加速度, 则由图像可知:

$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 64}{24} m/s^2 = -4m/s^2$

负号表示其方向与运动方向相反.

【强化训练6】一个质点沿直线运动, 第1s内以加速度a运动, 位移 $s_1=10m$, 第2s内以加速度-a运动, 第3s、第4s又重复上述的运动情况, 以后如此不断地运动下去, 当经历 $T=100s$ 时, 这个质点的位移是多少?

4. 全过程法

【例7】从离地面9 m高处, 以初速度 $v_0=4 m/s$ 竖直上抛一小球, 空气阻力不计. 求小球经多长时间落地. (g 取 $10 m/s^2$)

【解析】把整个运动看做整体, 取向上为正方向, 则加速度 $a=-g$, 整个过程的总位移为 $h=-9m$, 由位移公式有: $-9=4t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$, 得 $t=1.8s$.

【强化训练7】气球上吊一重物, 以速度 V_0 从地面匀速竖直上升, 经过时间t重物落回地面. 不计空气对物体的阻力, 重物离开气球时离地面的高度为多少.

5. 巧选参考系法

【例8】汽车在十字路口等绿灯, 当绿灯亮时, 恰有一自行车以 $6m/s$ 的速度匀速行驶并从后边赶上汽车, 求:

- (1) 汽车启动后, 在追上自行车前何时两车相距最远? 距离是多少?
- (2) 什么时候车追上自行车, 此时速度是多少?

练8】9s