

# 目录

01

知识点2 匀变速直线运动的基本规律

02

知识点3 匀变速直线运动的推论及应用

03

知识点4 自由落体运动与竖直上抛运动

04

教材实验1 探究小车速度随时间变化的规律



01

## 知识点2 匀变速直线运动的基本规律

## 1. 匀变速直线运动

(1) 定义：沿着一条直线，且[1] 加速度不变的运动。

(2) 分类：①匀加速直线运动,  $a$  与  $v_0$  方向[2] 相同

②匀减速直线运动,  $a$  与  $v_0$  方向[3] 相反

(3) 规律

①两个基本公式：速度公式  $v_t = [4] \underline{v_0 + at}$ .

位移公式  $x = [5] \underline{v_0 t + \frac{1}{2} at^2}$ .

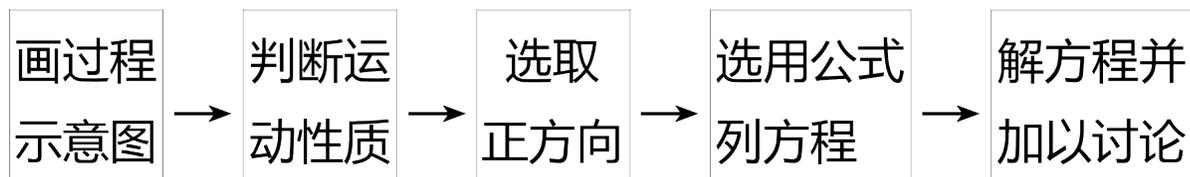
②速度位移关系式：[6]  $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$ .

# 涉及 $v$ 、 $v_0$ 、 $a$ 、 $t$ ，未涉及 $x$ 的题目

## 2.公式选用规则

- 速度与时间的关系式： $v = v_0 + at$   $\iff$
- 位移与时间的关系式： $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$   $\iff$  涉及 $v_0$ 、 $a$ 、 $t$ 、 $x$ ，未涉及 $v$ 的题目
- 速度与位移的关系式： $v^2 - v_0^2 = 2ax$   $\iff$  涉及 $v_0$ 、 $a$ 、 $v$ 、 $x$ ，未涉及 $t$ 的题目

### 3. 解题流程



#### 学习·理解

- 除时间  $t$  外,  $x$ 、 $v_0$ 、 $v$ 、 $a$  均为矢量, 所以需要确定正方向, 一般以  $v_0$  的方向为正方向
- 以初速度方向为正方向, 物体做匀加速直线运动时  $a$  取正值, 做匀减速直线运动时  $a$  取负值

# 教材素材变式

## 变式1 匀加速运动基本规律的应用

1. [鲁科版必修一P64第6题设问变式] “福建舰”的正式下水标志着中国海军进入“三舰客时代”。设在静止的航母上的某种型号舰载飞机没有弹射系统时，由静止开始匀加速到起飞速度 $v$ 运动的距离为 $L_0$ ；弹射系统给飞机一个初速度 $v_0$ 之后，由静止开始匀加速到起飞速度 $v$ 运动的距离为 $L$ 。若弹射速度 $v_0$ 与起飞速度 $v$ 之比为3:4，设飞机两次运动过程中的加速度相同，航母一直处于静止状态，则 $\frac{L}{L_0}$ 为( )

A.  $\frac{7}{16}$

B.  $\frac{16}{7}$

C.  $\frac{3}{4}$

D.  $\frac{4}{3}$

**A**

**【解析】**飞机由静止开始加速，没有弹射系统时，根据速度位移关系式有 $v^2 = 2aL_0$ ；同理，利用弹射系统时有 $v^2 - v_0^2 = 2aL$ ，联立解得 $\frac{L}{L_0} = \frac{7}{16}$ ，A正确。

## 变式2 刹车类问题

2. [ 多选 ] [ 鲁科版必修一P64第5题条件变式 ] **易错** 在交警处理某次交通事故时，通过监控仪器扫描，得到某汽车在水平路面上刹车过程中的位移随时间变化的规律为  $x = 30t - 3t^2$  ( $x$  的单位是 m,  $t$  的单位是 s)。下列说法正确的是( **AB** )

A. 刹车痕迹长度为 75 m

B. 汽车刹车的加速度大小为  $6 \text{ m/s}^2$

C. 从开始刹车到停止运动，历时 10 s

D. 从开始刹车计时，10 s 内汽车平均速度的大小为  $15 \text{ m/s}$

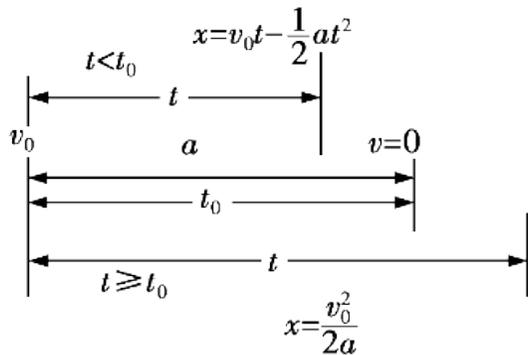
**【解析】** 根据位移时间关系  $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 30t - 3t^2(\text{m})$  , 可得  $v_0 = 30 \text{ m/s}$  ,  $a = -6 \text{ m/s}^2$  , 故B正确 ; 刹车痕迹长度为  $x_{\text{刹}} = \frac{0-v_0^2}{2a} = 75 \text{ m}$  , 故A正确 ; 从开始刹车到停止运动的时间为  $t_{\text{刹}} = \frac{0-v_0}{a} = 5 \text{ s}$  , 故C错误 ; 由于刹车时间为5 s , 从开始刹车计时 , 10 s内汽车平均速度的大小 (【易错】注意5s时汽车已停止) 为  $\bar{v} = \frac{x_{\text{刹}}}{t'} = \frac{75}{10} \text{ m/s} =$

## 易错提示

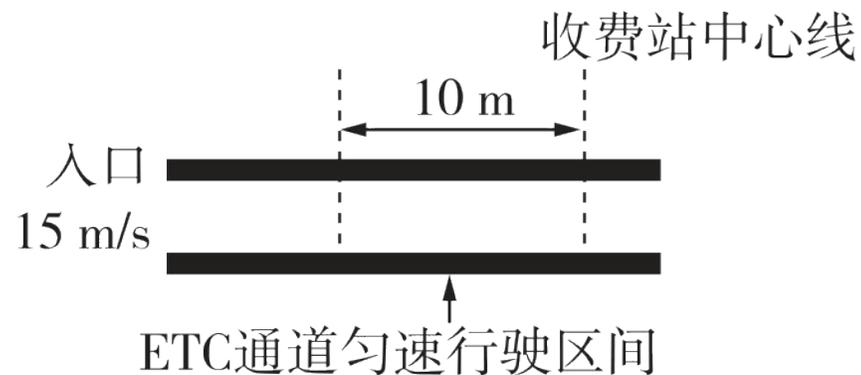
### 刹车类问题实用技巧

1. 对于刹车类问题，车匀减速到速度为零后立即停止运动，加速度 $a$ 会突然消失，学生求解时很容易考虑不到刹车运动的实际情况，而盲目地套用位移公式 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 和速度公式 $v = v_0 + at$ 导致错解。

2. 解答这类问题的关键：①先计算停车所用的时间作为临界时间 $t_0$ ；②用刹车后所经过的时间 $t$ 与这个临界时间 $t_0$ 比较，判定属于哪种情况；③选用合适的匀变速直线运动公式计算时间 $t$ 内的位移，如图所示，如果问题涉及最后阶段（到停止）的运动，根据逆向思维法，可把该阶段的运动看成反向的初速度为零、加速度不变的匀加速直线运动。



3. [ 人教版必修一P55第6题设问变式 ] 如图所示, ETC是高速公路上不停车电子收费系统的简称。一汽车在平直公路上以 $15\text{ m/s}$ 的速度行驶, 汽车通过ETC通道前, 以 $2.5\text{ m/s}^2$ 的加速度减速, 速度减至 $5\text{ m/s}$ 后, 通过长为 $10\text{ m}$ 的匀速行驶区间。车头到达收费站中心线后, 再以 $5\text{ m/s}^2$ 的加速度匀加速至 $15\text{ m/s}$ , 汽车从开始减速至回到原行驶速度的过程, 下列判断正确的是( **B** )

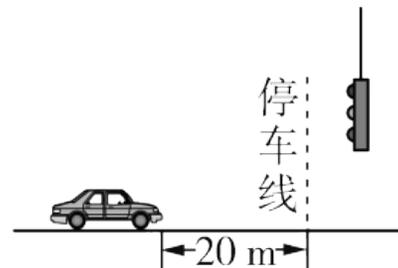


- A. 通过的最短距离为 $60\text{ m}$       B. 通过的最短距离为 $70\text{ m}$       C. 所用的最短时间为 $4\text{ s}$       D. 所用的最短时间为 $6\text{ s}$

**【解析】**若汽车速度减至5 m/s时，汽车的车头刚好到达ETC通道匀速行驶区间，则汽车从开始减速至回到原行驶速度的过程通过的距离最短，所用的时间最短。汽车从开始减速到回到原行驶速度的过程，减速时间为 $t_1 = \frac{v_1 - v_0}{a_1} = \frac{5 - 15}{-2.5} \text{ s} = 4 \text{ s}$ ，匀速最短时间为 $t_2 = \frac{x_2}{v_1} = \frac{10}{5} \text{ s} = 2 \text{ s}$ ，加速时间为 $t_3 = \frac{v_0 - v_1}{a_2} = \frac{15 - 5}{5} \text{ s} = 2 \text{ s}$ ，则汽车从开始减速到回到原行驶速度的过程所用的最短时间为 $t = t_1 + t_2 + t_3 = 8 \text{ s}$ ，CD错误；整个过程，减速位移为 $x_1 = \frac{v_1 + v_0}{2} t_1 = \frac{5 + 15}{2} \times 4 \text{ m} = 40 \text{ m}$ ，加速位移为 $x_3 = \frac{v_1 + v_0}{2} t_3 = \frac{5 + 15}{2} \times 2 \text{ m} = 20 \text{ m}$ ，则汽车从开始减速到回到原行驶速度的过程通过的最短距离为 $x = x_1 + x_2 + x_3 = 70 \text{ m}$ ，A错误，B正确。

### 变式3 运动可行性分析

4. [ 粤教版必修一P53例题1设问变式 ] 如图所示, 以  $v_0 = 8 \text{ m/s}$  匀速行驶的汽车即将通过路口, 绿灯还有  $t = 2 \text{ s}$  熄灭, 此时汽车车头与停车线间的距离  $L = 20 \text{ m}$ 。该车长  $l = 4 \text{ m}$ , 减速时加速度大小  $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$ , 加速时加速度大小  $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$ , 此路段允许行驶的最大速度为  $v_{\text{max}} = 10 \text{ m/s}$ 。则:



(1) 如果汽车立即做匀减速运动, 在绿灯熄灭时汽车离停车线多远?

**【答案】** 13.6 m

**【解析】** 设汽车停下来需要的时间为  $t_1$ , 根据速度时间公式有  $0 = v_0 - a_1 t_1$

解得  $t_1 = \frac{8}{5} \text{ s}$ , 即绿灯熄灭前汽车已停下

根据位移时间公式有, 汽车匀减速运动位移  $s_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2$

则绿灯熄灭时汽车和停车线间的距离  $\Delta s = L - s_1$

联立解得  $\Delta s = 13.6 \text{ m}$

(2) 如果汽车立即做匀加速运动达到最大速度后再匀速运动，在绿灯熄灭时汽车行驶了多远？通过计算判断在绿灯熄灭前汽车能否通过停车线？

**【答案】** 19 m 不能

**【解析】** 设汽车达到最大速度的时间为 $t_2$ ，根据运动学公式有 $v_{\max} = v_0 + a_2 t_2$

绿灯熄灭时汽车行驶的距离 $s_2 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2 + v_{\max} (t - t_2)$

解得 $s_2 = 19 \text{ m}$

由于 $s_2 < L + l$ ，所以在绿灯熄灭前汽车不能通过停车线。

# 知识点3 匀变速直线运动的推论及应用

## 1.匀变速直线运动的常用推论

(1) 平均速度公式：在匀变速直线运动中，物体在某段时间内的平均速度等于这段时间内[1] 中间时刻的瞬时速度，还等于初、末速度矢量和的[2] 一半，即

$$\bar{v} = [3] \frac{v_t}{2} = [4] \frac{v_0 + v_t}{2} .$$

(2) 位移差公式：物体在任意两个连续相等的时间间隔 $T$ 内的位移之差是一个恒量，即 $\Delta x = x_{n+1} - x_n = [5] \frac{aT^2}{1}$  (判别式) [进一步推论：不相邻相等时间间隔 $T$ 内的位移差 $x_m - x_n = (m - n)aT^2$ ].

(3) 中间位置速度公式：物体在某段位移中点的瞬时速度 $v_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$ .

**说明** 无论是匀加速直线运动还是匀减速直线运动，位移中点的速度总大于中间时刻的速度.

## 2.初速度为零的匀变速直线运动的六个比例关系

(1) 按时间等分

①  $1T$ 末、 $2T$ 末、...、 $nT$ 末瞬时速度之比  $v_1:v_2:\dots:v_n = [6] \underline{1:2:\dots:n}$

②  $1T$ 内、 $2T$ 内、...、 $NT$ 内位移之比  $x_I:x_{II}:\dots:x_N = [7] \underline{1:2^2:\dots:N^2}$

③ 第1个 $T$ 内、第2个 $T$ 内、...、第 $n$ 个 $T$ 内位移之比  $x_1:x_2:\dots:x_n = [8] \underline{1:3:5:\dots:(2n-1)}$

## (2) 按位移等分

①  $1L$ 末、 $2L$ 末、...、 $nL$ 末瞬时速度之比  $v_1:v_2:\dots:v_n = [9].$   $1:\sqrt{2}:\dots:\sqrt{n}$

②  $1L$ 内、 $2L$ 内、...、 $NL$ 内所用时间之比  $t_I:t_{II}:\dots:t_N = [10].$   $1:\sqrt{2}:\dots:\sqrt{N}$

③ 第1个 $L$ 内、第2个 $L$ 内、...、第 $n$ 个 $L$ 内所用时间之比  $t_1:t_2:\dots:t_n = [11].$   
 $1:(\sqrt{2}-1):\dots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$

# 教材素材变式

## 变式1 平均速度、中间位置速度公式的应用

1. [ 鲁科版必修一P65第8题情境变式 ] 电梯由静止从大楼的1层运动至30层，共用时间 $t_0$ ；第二次电梯由静止从大楼的1层运动至30层的过程中在16层停顿一小会儿（忽略在16层停留的时间），共用时间 $t$ ，若电梯每次从静止开始运动到停止都经过匀加速、匀速、匀减速的过程。电梯匀速运动时速度大小相等，每次匀变速用时均为 $t_1$ ，则 $t$ 与 $t_0$ 的差值为( B )

A.  $\frac{t_1}{2}$

B.  $t_1$

C.  $2t_1$

D.  $3t_1$

**【解析】** 设电梯匀速运动的速度为 $v$ ，第一次上升过程有 $x = 2 \cdot \frac{v}{2} t_1 + v(t_0 - 2t_1)$ ，第二次上升过程有 $x = 4 \cdot \frac{v}{2} t_1 + v(t - 4t_1)$ （**【思路点拨】** 本题已知两次位移相等，匀速运动的速度大小相等，匀变速运动阶段的平均速度的大小均为 $\frac{v}{2}$ ，优先考虑平均速度法），解得 $t - t_0 = t_1$ 。故选B。

## 一题多解

**基本公式法！** 设电梯匀速运动的速度为 $v$ ，则匀变速运动的加速度大小为 $a = \frac{v}{t_1}$ ，第一次上升过程有 $x = 2 \cdot \frac{1}{2} at_1^2 + v(t_0 - 2t_1)$ ，第二次上升过程有 $x = 4 \cdot \frac{1}{2} at_1^2 + v(t - 4t_1)$ ，解得 $t - t_0 = t_1$ 。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/286105034154011005>