

第一章、直线运动

第一节、运动学基本概念 匀变速直线运动的规律

【知识要点回顾】

一、描述运动的基本概念

1、什么是机械运动？

一个物体相对于另一个物体的 位置 的改变叫做机械运动，简称运动。它包括平动、转动和振动等运动形式

2、什么是质点？它属于物理学中的什么思想方法？把物体看做质点的条件是什么？为什么？

仅有质量的点 理想模型法 大小形状可忽略

【例题】下列关于质点的说法中，正确的是 C

- A. 体积很小的物体都可看成质点
- B. 质量很小的物体都可看成质点
- C. 不论物体的质量多大，只要物体的尺寸跟物体间距相比甚小时，就可以看成质点
- D. 只有低速运动的物体才可以看成质点，高速运动的物体不可看作质点

3、什么是时刻？什么是时间？

一点 一段时间

4、什么是位移？什么是路程？它们的区别和联系是什么？

由初末的有向线段，运动轨迹的长度，前者为矢量，后者为标量。

5、什么是平均速度？什么是瞬时速度？它们的区别和联系是什么？

等效替代 极限法求

【例题】甲、乙两车沿平直公路通过同样的位移，甲车在前半段位移上以 $v_1=40\text{km/h}$ 的速度运动，后半段位移上以 $v_2=60\text{km/h}$ 的速度运动；乙车在前半段时间内以 $v_1=40\text{km/h}$ 的速度运动，后半段时间内以 $v_2=60\text{km/h}$ 的速度运动，则甲、乙两车在整个位移中的平均速度大小的关系是 B

- A. $\bar{v}_甲 = \bar{v}_乙$
- B. $\bar{v}_甲 > \bar{v}_乙$
- C. $\bar{v}_甲 < \bar{v}_乙$
- D. 无法比较

6、加速度的定义式为 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 。加速度的单位是 m/s^2 。加速度是 标 量，它的方向与 Δv 方向相同。

【例题】物体做匀变速直线运动，某时刻速度大小为 $v_1=4\text{m/s}$ ，1s 后的速度大小变为 $v_2=10\text{m/s}$ ，在这 1s 内物体的加速度大小是 B

- A. 速度大小的变化可能小于 4m/s
- B. 速度大小的变化可能大于 10m/s
- C. 加速度的大小可能小于 4m/s^2
- D. 加速度的大小可能大于 10m/s^2

7. 速度、速度变化量、加速度之间的区别和联系

 a 与 v 大小、方向均无关. a 与 Δv 相等 a 与 Δv 方向相同 a 与 F 成正比

二、匀变速直线运动及其基本规律

1. 什么样的运动是匀变速直线运动? 怎样理解?

 a 不变的直线运动,

2. 匀变速直线运动有什么特点?

 $a \rightarrow$,

3. 匀变速直线运动的基本规律公式有哪些?

$$v_t = v_0 + at; \quad s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2; \quad v_t^2 - v_0^2 = 2as; \quad \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_{\frac{s}{2}}$$

【例题】一物体做初速度为 6m/s , 加速度 $a = -1\text{m/s}^2$ 的匀减速直线运动, 求物体在第几秒内通过的位移是 0.5m ?

$$s = 0.5\text{m} = \frac{1}{2} (6t + \frac{1}{2}(-1)t^2) - \frac{1}{2} (6(t-1) + \frac{1}{2}(-1)(t-1)^2) \Rightarrow t = 6$$

【例题】一物体由斜面顶端由静止开始匀加速下滑, 最初的 3s 内的位移为 s_1 , 最后 3s 内的位移为 s_2 , 若 $s_2 - s_1 = 6\text{m}$, $s_1 : s_2 = 3 : 7$, 求斜面的长度是多少?

$$s_1 = 4.5\text{m}, \quad s_2 = 10.5\text{m}, \quad a = \frac{2s_2}{t^2} = 1, \quad s = 32\text{m}$$

三、匀变速直线运动的运动图像

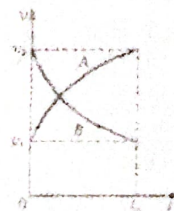
1. 研究图像时应注意研究图像的哪些特点?

2. $s-t$ 图像并非轨迹, 只是位移运动.
 k 表示 v 3. $v-t$ 图像只是直线, 表示 a
面积表示位移.

4. 利用图像法解题的思路

【例题】从同一地点同时沿同一方向做直线运动的两个物体 A、B 的速度图像如图所示. 在 $0 \sim 10$ 时间内, 下列说法中正确的是 (C)

- A. A、B 两个物体的加速度大小都在不断减小
B. A 物体的加速度不断增大, B 物体的加速度不断减小
C. A、B 两个物体的位移都不断增大
D. A、B 两个物体的平均速度大小都大于 $(v_1 + v_2) / 2$



四、匀变速直线运动的常用解题结论及解题思路

1. 解决匀变速直线运动的常用结论有哪些? 请根据基本规律进行推导

(1) 任意两个连续相等的时间 T 里的位移之差

$$\Delta s = \frac{aT^2}{2} \quad a = \frac{s_2 - s_1}{T^2}$$

【例题】一列火车做匀变速直线运动驶来, 一人在轨道旁观察火车的运动, 发现相邻的连个 10s 内, 火车从他面前分别驶过 8 节车厢和 6 节车厢, 每节车厢长 8m (连接处长度不计). 求: (1) 火车的加速度 a ; (2) 人开始观察时火车速度的大小.

$$a = \frac{bs}{T^2} = \frac{72 - 64}{10^2} = -0.08\text{m/s}^2 \quad v = 7.2\text{m/s}$$

(2) 某段时间的中间时刻的瞬时速度

$$v = \bar{v} = \frac{s}{t}, \quad v = \bar{v} = \frac{s}{t}$$

【例题】一物体以 2m/s^2 的加速度做匀加速直线运动，它第一个 4s 内位移为 20m ，最后一个 4s 内位移为 44m ，求其运动的总时间和总位移

$$v_1 = \bar{v}_1 = \frac{s_1}{t} = \frac{20}{4} \text{m/s} = 5 \text{m/s}, \quad \text{同理}, \quad s_2 = 11 \text{m/s}$$

$$t_2 - t_1 = \frac{v_2 - v_1}{a} = \frac{6}{2} \text{s} = 3 \text{s}, \quad t_1 = 7 \text{s}, \quad s_2 = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t = 56 \text{m}$$

(3) 某段位移内的中点的瞬时速度

(4) 初速度为零的匀加速直线运动的比例关系

① $1T$ 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末...瞬时速度之比：

$$v = v_0 + at \quad 1:2:3:4 \dots$$

② $1T$ 内、 $2T$ 内、 $3T$ 内...位移之比：

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad 1:4:9:16 \dots$$

③ 第 $1T$ 内、第 $2T$ 内、第 $3T$ 内...位移之比

$$1:3:5:7 \dots$$

④ 前 1s 、前 2s 、前 3s ...所用时间之比

$$1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:2 \dots$$

⑤ 第 1s 、第 2s 、第 3s ...所用时间之比：

$$1:\sqrt{2}-1:\sqrt{3}-\sqrt{2}$$

2. 刹车问题的解题思路

匀减速直线运动

【例题】汽车正以 15m/s 的速度行驶，驾驶员突然发现前方有障碍，便立即刹车。假设汽车刹车后作加速度为 6m/s^2 的匀减速运动。求刹车后 4s 内汽车滑行的距离。

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = 15 \times 4 - \frac{1}{2} \times 6 \times 4^2 = \frac{1}{2} v_0 t = \frac{1}{2} \times 15 \times 2.5 = 18.75 \text{m}$$

(3) 分段运动的解题思路

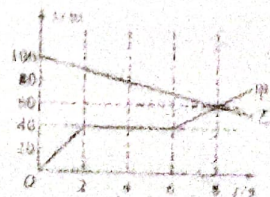
【例题】一个质点由 A 点出发沿直线 AB 运动，先做加速度为 a_1 的匀加速直线运动，紧接着做加速度大小为 a_2 的匀减速直线运动，抵达 B 点时恰好静止。如果 AB 的总长度是 s ，试求质点走完 AB 所用的时间 t 。

【课后练习】

一、描述运动的基本概念

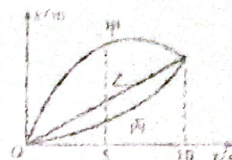
1. 如图所示，折线表示物体甲从 A 地向 B 地运动的位移图像，直线表示物体乙从 B 地向 A 地运动的位移图像，则下列说法中正确的是 (C)

A. 甲、乙两物体是相向运动

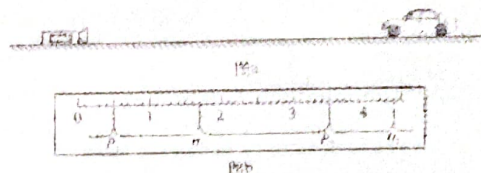
B. 甲是匀速运动，速度大小为 7.5m/s C. 甲、乙两物体运动了 8s ，在距甲的出发点 60m 处相遇D. 甲在运动中停了 4s 

- 2、对于做匀速直线运动的物体，则 (B)
 A、任意 2s 内的位移一定等于 1s 内位移的 2 倍
 B、任意一段时间内的位移一定等于他的路程
 C、若两物体的速度相同，则它们的速率必然相等，在相同时间内通过的路程相等
 D、若两物体速率相等，则它们的速度必然相同，在相同时间内通过的位移相同

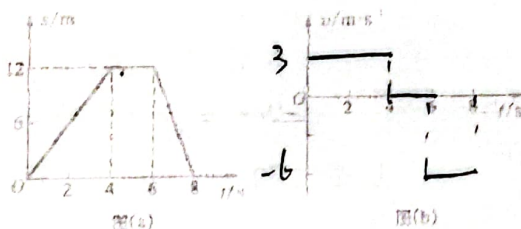
3、如图所示为甲、乙、丙三个物体在同一直线上运动的 s-t 图像，
 前 5s 内三个物体的平均速度： $v_{甲} > v_{乙} > v_{丙}$ ；前 10s 内三个
 物体的平均速度大小： $v_{甲} > v_{乙} = v_{丙}$ 。



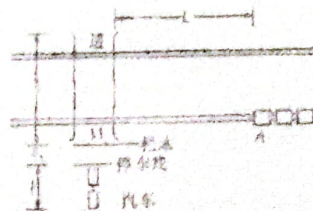
4、如图是在高速公路上用超声波测速仪测量车速的示意图。测速仪发出并接收超声波脉冲信号，根据发出和接收到的信号间的时间差，测出被测物体的速度。图 b 中 P_1 、 P_2 是测速仪发出的超声波， n_1 、 n_2 分别是 P_1 、 P_2 由汽车反射回来的信号。设测速仪匀速扫描， P_1 、 P_2 之间的时间间隔 $\Delta t = 0.6s$ ，超声波在空气中传播的速度是 $v = 340m/s$ ，若汽车是匀速行驶的，则根据图 b 可知，图中每小格表示的时间是 $\frac{1}{15}s$ ，汽车在接收到 P_1 、 P_2 两个信号之间的时间内前进的距离是 $27.2m$ 。



5、如图是某物体运动的 s-t 图像，作出它的 v-t 图像



6、在某铁路与公路交叉的道口处安装的自动栏木装置如图所示。当高速列车到达 A 点时，道口公路上应显示红灯，警告未越过停车线的汽车迅速制动，而已越过停车线的汽车能在列车到达道口前全部安全通过道口。已知高速列车的速度 $v_1 = 120km/h$ ，汽车过道口的速度 $v_2 = 5km/h$ ，汽车驶至停车线后立即制动后滑行的距离是 $s_0 = 5m$ ，道口宽度 $s = 26m$ ，汽车长 $l = 15m$ 。若栏木关闭时间 $t_1 = 16s$ ，为保障安全需多加时间 $t_2 = 20s$ 。问：列车从 A 点到道口的距离 L 应为多少才能确保行车安全？



$$t_0 = \frac{s_0}{v_2} = \frac{26+15}{\frac{5}{3.6}} s = 33.12s$$

$$L = v_1 \cdot (t_0 + t_1 + t_2) = \frac{120}{3.6} \cdot (33.12 + 16 + 20) = 2304m$$

二、匀变速直线运动及其基本规律

7、飞机着陆后以 $6m/s^2$ 的加速度做匀减速运动，若其着陆速度为 $60m/s$ ，求它着陆后 12s 内滑行的距离

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 60 \cdot 12 + \frac{1}{2} \cdot (-6) \cdot 12^2 = 288m$$