

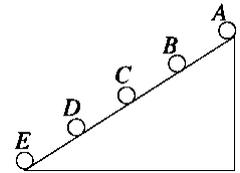
【高一物理 典题训练 03】

匀变速直线运动规律（二） 答案详解

【题型 1】等位移间隔的单体运动问题

【典例 1】如图所示，光滑斜面 AE 被分成四个长度相等的部分，即 $AB=BC=CD=DE$ ，一物体由 A 点静止释放，下列结论正确的是（ ）

- A. 物体到达各点的速率之比 $v_B : v_C : v_D : v_E = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : 2$
- B. 物体到达各点所经历的时间 $t_E = 2t_B = \sqrt{2}t_C = 2t_D/\sqrt{3}$
- C. 物体从 A 运动到 E 的全过程平均速度 $\bar{v} = v_B$
- D. 物体通过每一部分时，其速度增量 $(v_B - v_A) > (v_C - v_B) > (v_D - v_C) > (v_E - v_D)$



【答案】ABCD

【解析】A、对于初速度为 0 的匀加速直线运动物体，根据公式 $2ax = v^2$ ，有 $v = \sqrt{2ax} \propto \sqrt{x}$ ，故到达各点的速率之比为 $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : 2$ ，A 正确。

B、对于初速度为 0 的匀加速直线运动物体，根据等位移情况下的时间比例关系，有 $t_B : t_C : t_D : t_E = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : 2$ ，变形得到 $(\sqrt{2} \times \sqrt{3})t_E = (2 \times \sqrt{2} \times \sqrt{3})t_B = 2\sqrt{3}t_C = 2\sqrt{2}t_D$ ，化简有 $t_E = 2t_B = \sqrt{2}t_C = 2t_D/\sqrt{3}$ ，B 正确。

C、对于初速度为 0 的匀加速直线运动物体，根据前 $1T$ 、前 $2T$ 的末速度之比为 $1 : 2$ ，位移之比为 $1 : 4$ ，由题意逆推得到物体运动到 B 点的时刻，为物体由 A 运动到 C 的中点时刻。故 AC 段的平均速度为 B 点的瞬时速度，C 正确。

D、速度增量 $\Delta v = a\Delta t$ ，由于物体运动速度越来越快，故经过等位移的时间越来越小，即 Δt_{DE} 最小， Δt_{AB} 最大，由于加速度 a 恒定，故 Δv_{DE} 最小， Δv_{AB} 最大，D 正确。

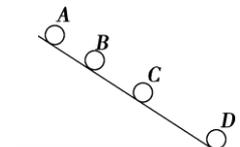
【考点】匀加速直线运动规律，比例关系，速度变化量。

【题型 2】等时间间隔的多体运动问题

将多个物体的运动等效于一个物体在不同时刻的运动。

【典例 2】从斜面上某一位置，每隔 0.1 s 释放一个小球，在连续释放几颗小球后，对在斜面上滚动的小球拍下照片，如图所示，测得 $x_{AB} = 15 \text{ cm}$ ， $x_{BC} = 20 \text{ cm}$ ，求：

- (1) 小球的加速度；
- (2) 拍摄时 B 球的速度；
- (3) 拍摄时 x_{CD} 的大小；
- (4) A 球上方滚动的小球还有几颗。



【答案】 5 m/s^2 ； 1.75 m/s ； 25 cm ；2 颗

【解析】多个小球释放后的运动状态相同，仅在时间上有先后，故可看作一个小球在斜面上运动到各点。

$$(1) \Delta x = x_{BC} - x_{AB} = aT^2, \text{ 所以 } a = \frac{x_{BC} - x_{AB}}{T^2} = \frac{0.2 - 0.15}{0.01} \text{ m/s}^2 = 5 \text{ m/s}^2$$

$$(2) B \text{ 是 } A、C \text{ 的中间时刻，所以 } v_B = v_{AC} = \frac{x_{BC} + x_{AB}}{2T} = \frac{0.2 + 0.15}{0.2} \text{ m/s} = 1.75 \text{ m/s}$$

$$(3) x_{CD} - x_{BC} = x_{BC} - x_{AB} = aT^2, \text{ 所以 } x_{CD} = 2x_{BC} - x_{AB} = 25 \text{ cm}。$$

(4) 设 A 点小球速度为 v_A ，由于 $v_B = v_A + at$ ，则 $v_A = v_B - at = 1.75 \text{ m/s} - 5 \times 0.1 \text{ m/s} = 1.25 \text{ m/s}$ ，所以 A 球的运动时间 $t_A = v_A/a = 0.25 \text{ s}$ ，由于每经过 0.1 s 释放一个球，故在 A 球上方正在滚动的小球还有 2 个。

【考点】匀变速直线运动的推论，速度公式。

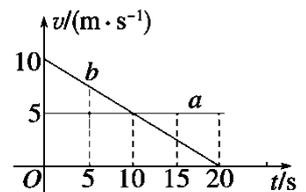
【题型 3】双体运动的追及相遇问题

1. 一个条件：两物体的速度满足的临界条件，如两物体距离最大、最小，恰好追上或恰好追不上等，此时两个物体速度相等。

2. 两个关系：时间关系和位移关系。其中通过画草图找到两物体位移之间的数量关系，是解题的突破口。

3. 若被追赶的物体做匀减速运动，一定要注意被追上前该物体是否已停止运动。

【典例 3】甲、乙两辆汽车在平直的公路上沿同一方向做直线运动， $t=0$ 时刻同时经过公路旁的同一个路标。如图，直线 $a、b$ 分别描述了甲、乙两车在 $0 \sim 20$ 秒的运动情况。关于两车之间的位置关系，下列说法正确的是（ ）



- A. 在 $0 \sim 10$ 秒内两车逐渐靠近
B. 在 $10 \sim 20$ 秒内两车逐渐远离
C. 在 $5 \sim 15$ 秒内两车的位移相等
D. 在 $t=10$ 秒时两车在公路上相遇

【答案】B

【解析】A、 0 时刻两车同时经过公路旁的同一个路标，在 $0 \sim 10 \text{ s}$ 内乙车速度大于甲车的速度，乙车在甲车的前方，两车逐渐远离，故 A 错误。

B、根据速度图象的“面积”表示位移，由几何知识，利用图象关于 $(10, 5)$ 中心对称，或直接求 $a、b$ 在 $5 \sim 15 \text{ s}$ 的图象面积，均可得出 $5 \sim 15 \text{ s}$ 内两车的位移相等，故 B 正确。

C、在 $t=10 \text{ s}$ 时两车速度相等，但 a 的位移大于 b 的位移，此时对应两车间距最大，故 C 错误。

D、在 $10 \sim 20 \text{ s}$ 内， a 车速度大于 b 车的速度，两车逐渐靠近，在 20 s 时相遇，故 D 错误。

【考点】 $v-t$ 图象，追及相遇问题。

【典例 4】测速仪安装有超声波发射和接收装置，如图所示， B 为测速仪， A 为汽车，两者相距 335 m 。某时刻 B 发出超声波，同时 A 由静止开始做匀加速直线运动。当 B 接收到反射回来的超声波信号时 $A、B$ 相距 355 m ，已知声速为 340 m/s ，则下列说法正确的是（ ）



- A. 经 1 s ， B 接收到返回的超声波
B. 超声波追上 A 车时， A 车前进了 10 m
C. A 车加速度的大小为 10 m/s^2
D. A 车加速度的大小为 5 m/s^2

【答案】C

【解析】A、B，超声波从B发出到A与被A反射到被B接收所需的时间相等，在整个这段时间内汽车的位移 $x=355-335\text{m}=20\text{m}$ 。汽车做初速度为零的匀变速直线运动，在开始相等时间内的位移之比为1:3，所以 $x_1=5\text{m}$ ， $x_2=15\text{m}$ ，超声波追上A车时，A车前进了5m，B错误。超声波被A接收时，AB的位移 $x'=(335+5)\text{m}=340\text{m}$ ，所以超声波从B发出到被A接收所需的时间 $T=1\text{s}$ 。则 $t=2T=2\text{s}$ ，故A错误。

C、D，对于汽车，根据 $\Delta x=aT^2$ 得， $a=\Delta x/T^2=10\text{m/s}^2$ ，C正确，D错误。

【考点】匀变速直线运动规律，追及相遇问题。

[典例5] 客车在公路上以 20m/s 速度做匀速直线运动，发现前方 105m 处有一载重汽车以 6m/s 匀速行驶，客车立即关掉油门，以 $a=-0.8\text{m/s}^2$ 的加速度匀减速行驶，问：

(1) 客车司机仅靠此举是否可避免客车和货车相撞；

(2) 如要保证客车和货车不相撞，在其他条件不变的前提下，客车的加速度至少应为多大？

【答案】相撞； -0.93m/s^2

【解析】(1) 客车与货车不相撞的临界条件是二者速度相同，即客车经过减速过程，末速度为 6m/s ，所需时间 $t = \frac{v-v_0}{a} = \frac{20-6}{0.5}\text{s} = 28\text{s}$ ，对应客车位移 $x_{\text{客}} = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = (20 \times 28 - 0.5 \times 12 \times 28^2)\text{m} = 364\text{m}$ ，货车的位移 $x_{\text{货}} = vt = 6 \times 28\text{m} = 168\text{m}$ 。由于 $x_{\text{客}} > x_{\text{货}} + 105\text{m}$ ，所以，两车会相撞。

(2) 当客车追上货车速度相同时，客车刹车的加速度最小，货车位移 $x_1 = vt$ ，客车位移 $x_2 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ ，又 $x_2 - x_1 = 105\text{m}$ ， $v = v_0 + at$ ，联立解得 $a = -0.93\text{m/s}^2$ 。

【考点】匀变速直线运动规律，追及相遇问题。

[典例6] 甲、乙两车同时同地同向出发，在同一水平公路上做直线运动，甲以初速度 $v_1=24\text{m/s}$ 、加速度 $a_1=8\text{m/s}^2$ 做匀减速运动，乙以初速度 $v_2=4\text{m/s}$ 、加速度 $a_2=2\text{m/s}^2$ 做匀加速运动。求：

(1) 两车再次相遇前两者间的最大距离；

(2) 两车再次相遇所需的时间。

【答案】 20m ； 4.3s

【解析】(1) 两车距离最大时的临界条件是二者速度相同， $v_1 - a_1 t = v_2 + a_2 t$ ，即 $24 - 8t = 4 + 2t$ ，解得 $t = 2\text{s}$ 。此时两车间距即为两车的位移差：

$$\Delta x = x_1 - x_2 = (v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2) - (v_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2) = (24 \times 2 - \frac{1}{2} \times 8 \times 2^2)\text{m} - (4 \times 2 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2)\text{m} = 20\text{m}$$

(2) 出发位置相同的两车，再次相遇时位移相等： $x_1 = x_2$ ，即 $v_1 t' - \frac{1}{2} a_1 t'^2 = v_2 t' + \frac{1}{2} a_2 t'^2$ ，求出 $t' = 4\text{s}$ 。

检验：此时甲车速度 $v_1' = v_1 - a_1 t' = 24 - 8 \times 4 = -8\text{m/s} < 0$ ，可知当乙追上甲时，甲已经停止。

修正：甲停止的时间 $t_1 = \frac{v_1}{a_1} = \frac{24}{8}\text{s} = 3\text{s}$ ，甲的位移 $x_1' = v_1 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = (24 \times 3 - \frac{1}{2} \times 8 \times 3^2)\text{m} = 36\text{m}$ ，

故当乙走过的位移等于甲停止时走过的位移时，二者相遇，即 $x_2' = x_1' = 36m$ ，故相遇时间 t' 应满足： $x_2' = v_2 t' + \frac{1}{2} a_2 t'^2 = 36$ ，化简有 $4t' + t'^2 = 36$ ，求根公式求解得到 $t' \approx 4.3s$ 。

【考点】 匀变速直线运动规律，追及相遇问题，追及相遇问题的检验。