

## 专题1 直线运动

### 考向1 运动学公式灵活运用

**1. A** 【解析】由题意可知  $v_0 = 198 \text{ km/h} = 55 \text{ m/s}$ ,  $t_1 = 15 \text{ s}$  时显示屏上显示动车的速度大小为  $v = 144 \text{ km/h} = 40 \text{ m/s}$ , 可得该动车的加速度为  $a = \frac{v-v_0}{t_1} = \frac{40-55}{15} \text{ m/s}^2 = -1 \text{ m/s}^2$ , 则  $t_2 = 20 \text{ s}$  时动车的速度大小为  $v_2 = v_0 + at_2 = 55 \text{ m/s} - 1 \times 20 \text{ m/s} = 35 \text{ m/s}$ , 故 A 正确.

**2. BD** 【解析】设电梯做匀速直线运动的速度大小为  $v$ , 则有  $v = a_1 t_1 = a_2 t_3$ , 解得  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{t_3}{t_1}$ , A 错误; 电梯加速阶段的位移大小  $x_1 = \frac{v}{2} t_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$ , 匀速阶段的位移大小  $x_2 = vt_2 = a_1 t_1 t_2$ , 因此有  $\frac{x_1}{x_2} = \frac{t_1}{2t_2}$ , C 错误; 电梯减速阶段的位移大小  $x_3 = \frac{v}{2} t_3 = \frac{a_1 t_1 t_3}{2}$ , 有  $\frac{x_1}{x_3} = \frac{t_1}{t_3} = \frac{a_2}{a_1}$ , B、D 正确.

**3. D** 【解析】设火车头经过桥头时的速度大小为  $v_0$ , 大桥的长度为  $x$ , 火车的加速度大小为  $a$ , 则火车的长度  $L = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a t_1^2$ , 大桥的长度为  $x = v_0(t-t_2) - \frac{1}{2} a(t-t_2)^2$ , 又有  $x+L = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$ , 其中  $t_1 = 10 \text{ s}$ ,  $t_2 = 20 \text{ s}$ ,  $t = 40 \text{ s}$ ,  $L = 400 \text{ m}$ , 联立解得  $v_0 = 44 \text{ m/s}$ ,  $a = 0.8 \text{ m/s}^2$ ,  $x = 720 \text{ m}$ , A、B、C 错误; 火车头经过桥尾时的速度大小为  $v = v_0 - a(t-t_2) = 28 \text{ m/s}$ , D 正确.

**4. B** 【解析】第 2 s 内的平均速度大小为  $\bar{v}_2 = \frac{x_2}{t_2} = \frac{10}{1} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$ , A 错误; 第 2 s 内的平均速度大小为 1.5 s 时的瞬时速度大小, 设刹车时加速度大小为  $a$ , 有  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_0 - \bar{v}_2}{\Delta t} = \frac{16-10}{1.5} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$ , B 正确; 刹车时间为  $t = \frac{v_0}{a} = \frac{16}{4} \text{ s} = 4 \text{ s}$ , 根据逆向思维可知,

**关键点:** 从某一初速度减速为零的匀减速直线运动可以反向看成速度从零开始的匀加速直线运动

第 1 s 内、第 2 s 内、第 3 s 内、第 4 s 内的位移之比为  $s_1 : s_2 : s_3 : s_4 = 7 : 5 : 3 : 1$ , 所以该车第 2 s 内与第 3 s 内通过的位移大小之比为 5 : 3, C 错误; 刹车后 4 s 时, 车停止运动, 所以刹车后 5 s 内的位移等于 4 s 内的位移, 大小为  $s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16^2}{2 \times 4} \text{ m} = 32 \text{ m}$ , D 错误.

#### 易错警示 忽略行驶速度不能为负

刹车类问题, 常见的错误为忽略减速为零后不再反向加速. 对于本题, 如果忽视这点, 直接将  $t = 5 \text{ s}$  代入位移公式  $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$  进行计算, 得到 D 选项正确.

**5. C** 【解析】设门的最大速度为  $v$ , 根据匀变速直线运动的规律可

**关键点:** 匀变速直线运动中,  $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v)$

知加速过程和减速过程的平均速度均为  $\frac{v}{2}$ , 且时间  $t$  相等, 均为

1 s, 位移  $x$  均为 1 m, 根据  $x = \frac{v}{2} \cdot t$ , 可得  $v = 2 \text{ m/s}$ , 则加速度大小  $a = \frac{v}{t} = 2.0 \text{ m/s}^2$ , 故 C 正确.

**6. C** 【解析】由题意, 乘客在  $PM$  段与  $MN$  段速度变化量相同, 可得在  $PM$  段与  $MN$  段运动时间相同, 由初速度为零的匀变速直线运

**关键点:**  $\Delta v = a \Delta t$ , 速度变化量相同, 则所用时间相同

动的规律可知,  $PM$  段与  $MN$  段长度之比为 1 : 3, 结合平均速度的定义  $\bar{v} = \frac{x}{t}$  可知,  $PM$  段与  $MN$  段平均速度之比为 1 : 3,

C 正确.

**一题多解** 本题也可根据匀变速直线运动中平均速度等于中间时刻的瞬时速度分析,  $PM$  段与  $MN$  段平均速度为对应的中间时刻的瞬时速度, 从  $P$  点由静止滑下,  $PM$ 、 $MN$  两段中间时刻之比为 1 : 3, 由  $v = at$ , 可得  $PM$  段与  $MN$  段平均速度之比为 1 : 3.

**7. A** 【解析】第 1 s 末的速度大小等于前 2 s 中间时刻的瞬时速度

大小, 即等于前 2 s 的平均速度大小,  $v_1 = \frac{x_1 + x_2}{2t} = \frac{3+5}{2} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$ , A 正确; 汽车做匀变速直线运动, 则第 2 s 内的平均速度

大小为  $\bar{v} = \frac{x_2}{t} = \frac{5}{1} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$ , B 错误; 设汽车开始计时的速度

大小为  $v_0$ , 加速度大小为  $a$ , 依题意有, 第 1 s 内的位移  $x_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2$ , 前 2 s 内的位移  $x_1 + x_2 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} a t_2^2$ , 联立解得  $v_0 = 2 \text{ m/s}$ ,

$a = 2 \text{ m/s}^2$ , 开始计时的速度大小为 2 m/s, 汽车加速过程中加速度大小为  $2 \text{ m/s}^2$ , C、D 错误.

**8. C** 【解析】由题意, 该选手在  $ab$ 、 $bc$ 、 $cd$  三段位移内速度增加量之比为 1 : 2 : 1, 则对应时间之比为 1 : 2 : 1, 设通过  $ab$  段所用

**关键点:** 由速度变化量的关系得到时间的关系

时间为  $t$ , 有  $L_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ ,  $L_2 = (v_0 + at) \cdot 2t + \frac{1}{2} a (2t)^2 = 2v_0 t +$

$4at^2$ ,  $L_3 = (v_0 + 3at) \cdot t + \frac{1}{2} a t^2 = v_0 t + \frac{7}{2} a t^2$ , 联立得  $L_2 = L_1 + L_3$ , C

正确.

**一题多解** 本题也可以利用位移差公式解答, 设在  $a$ 、 $b$  间运动的时间为  $t$ , 将  $b$ 、 $c$  之间的距离  $L_2$  分为等时间  $t$  的两段  $L_{21}$ 、 $L_{22}$ , 由位移差公式可得  $L_3 - L_1 = 3at^2$ ,  $L_{21} - L_1 = at^2$ ,  $L_{22} - L_1 = 2at^2$ , 联立可得  $L_2 = L_1 + L_3$ .

**9. BCD** 【解析】根据  $\Delta x = a T^2$  可得小球的加速度大小为  $a =$

$\frac{x_{BC} - x_{AB}}{T^2} = \frac{32-16}{0.2^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$ , 故 A 错误; 位于  $B$  点的小球

的速度大小  $v_B = \frac{x_{AB} + x_{BC}}{2T} = 1.2 \text{ m/s}$ , 位于  $A$  点的小球的速度大小

为  $v_A = v_B - aT = 0.4 \text{ m/s}$ , 则  $t = \frac{v_A}{a} = 0.1 \text{ s}$ , 即该照片是距位于  $A$  位置的小球释放后  $0.1 \text{ s}$  拍摄的, 故 **D 正确**; 每个小球在斜面上运动的时间为  $t_1 = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 242 \times 10^{-2}}{4}} \text{ s} = 1.1 \text{ s}$ , 故 **B 正确**;  $O$  点的

小球刚释放时, 距离  $O$  点最近的小球运动的距离为  $x_1 = \frac{1}{2} a T^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 0.2^2 \text{ m} = 0.08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$ , 根据初速度为零的匀变速直线运动的规律可知, 相邻两小球之间的距离之比为  $1:3:5:7:9:\dots$ , 则相邻两小球之间的距离分别为  $8 \text{ cm}$ 、 $24 \text{ cm}$ 、 $40 \text{ cm}$ 、 $56 \text{ cm}$ 、 $72 \text{ cm}$ 、 $\dots$ , 因为  $O$  点与斜面底端距离为  $242 \text{ cm}$ , 而前 5 个球之间的距离之和为  $200 \text{ cm}$ , 前 6 个球之间的距离之和为  $288 \text{ cm}$ , 则斜面上最多有 5 个小球, 故 **C 正确**.

**方法总结** 1. 初速度为零的匀加速直线运动的四个重要推论

(1)  $T$  末、 $2T$  末、 $3T$  末、 $\dots$ 、 $nT$  末的瞬时速度之比为  $v_1:v_2:$

$v_3:\dots:v_n = 1:2:3:\dots:n$ ;

(2) 前  $T$  内、前  $2T$  内、前  $3T$  内、 $\dots$ 、前  $nT$  内的位移之比为  $x_1:x_2:x_3:\dots:x_n = 1:4:9:\dots:n^2$ ;

(3) 第 1 个  $T$  内、第 2 个  $T$  内、第 3 个  $T$  内、 $\dots$ 、第  $n$  个  $T$  内的位移之比为  $x_1:x_2:\dots:x_n = 1:3:5:\dots:(2n-1)$ ;

(4) 从静止开始通过连续相等的位移所用时间之比为  $t_1:t_2:t_3:\dots:t_n = 1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):\dots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$ .

2. 位移差公式:  $\Delta x = x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = \dots = x_n - x_{n-1} = aT^2$ .

**10. D** 【解析】利用逆向思维, 将子弹的运动看作向左的初速度为 0 的匀加速直线运动, 根据相邻相等时间间隔内的位移之比等于

连续的奇数比, 可知木块  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的长度之比为  $5:3:1$ , 故 **C 错误**; 设子弹经过三个木块的时间均为  $t$ , 子弹以  $30 \text{ m/s}$  的速度

从木块  $A$  左侧面射入且刚好到达木块  $C$  右侧面时停止运动, 利用逆向思维, 有  $v_0 = a \cdot 3t$ , 子弹刚射出木块  $A$  时, 利用逆向思维, 有  $v_1 = a \cdot 2t$ , 解得  $v_1 = 20 \text{ m/s}$ , 故 **A 错误**; 设木块  $C$  的长度为  $d$ , 则子弹在木块  $A$  中运动的平均速度大小  $\bar{v}_1 = \frac{5d}{t}$ , 子弹在木

块  $B$  中运动的平均速度大小  $\bar{v}_2 = \frac{3d}{t}$ , 则  $\frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} = \frac{5}{3}$ , 故 **B 错误**; 若子弹射入木块  $A$  的初速度变为  $v_3 = 20 \text{ m/s}$ , 当子弹停止运动时, 利用逆向思维有  $v_3^2 = 2ax$ , 子弹以  $30 \text{ m/s}$  的速度从木块  $A$  左侧面射入且刚好到达木块  $C$  右侧面时停止运动, 利用逆向思维有  $v_0^2 = 2a \cdot (5d+3d+d)$ , 解得  $x = 4d < 5d$ , 可知子弹将停留在木块  $A$  中, 故 **D 正确**.

**11. D** 【解析】由逆向思维, 把冰壶的运动反向看作从静止开始的匀加速直线运动, 由初速度为零的匀变速直线运动的规律可知,

关键点: 末速度为零的匀减速直线运动, 利用逆向思维分析更简捷

冰壶通过连续相等距离所用时间之比为  $1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):\dots:(\sqrt{n+1}-\sqrt{n})$ , 冰壶通过最后一个  $\frac{x}{6}$  的距离所需时

间为  $t' = \frac{t}{\sqrt{6}-\sqrt{5}} = (\sqrt{6}+\sqrt{5})t$ , **D 正确**.

**12. D** 【解析】汽车做匀减速直线运动至停止, 可以看成反向的初速度为零的匀加速直线运动, 根据初速度为零的匀变速直线运动的比例关系知, 汽车通过  $DE$ 、 $AD$  段所用的时间之比为  $1:1$ , 则汽车减速的时间等于  $2t$ , 汽车通过吊索  $A$  时的速度大小为  $2v_D$ , 则汽车通过  $AD$  段的平均速度为  $\bar{v}_{AD} = \frac{v_A+v_D}{2} = \frac{3v_D}{2} = 3\bar{v}_{DE}$ , **A**、**B 错误**, **D 正确**; 汽车通过吊索  $D$  的时刻为  $AE$  段的中间时刻, 故通过吊索  $D$  的瞬时速度等于通过  $AE$  段的平均速度, **C 错误**.

## 考向 2 匀变速直线运动的多过程问题

**1. B** 【解析】将升降机的运动过程分成三个阶段, 开始匀加速启动, 接下来以  $10 \text{ m/s}$  的速度匀速运动, 最后匀减速运动到井口,

关键点: 分析清楚升降机的运动过程

该过程用时最短, 匀加速阶段有  $t_1 = \frac{\Delta v}{a} = \frac{10}{1} \text{ s} = 10 \text{ s}$ , 位移大小

$x_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 = 50 \text{ m}$ , 匀减速阶段与匀加速阶段具有对称性,  $t_3 =$

$10 \text{ s}$ ,  $x_3 = 50 \text{ m}$ , 匀速阶段有  $x_2 = (180-50-50) \text{ m} = 80 \text{ m}$ ,  $t_2 = \frac{x_2}{v} = 8 \text{ s}$ , 所以  $t_{\text{总}} = t_1 + t_2 + t_3 = 28 \text{ s}$ , **B 正确**.

**2. C** 【解析】由题意知, 地铁从静止加速至最大速度所用时间为  $t$ , 运动位移为  $x_1 = \frac{1}{2} v t$ , 地铁加速与减速阶段的加速度大小相同, 则两阶段所用时间与运动位移相同, 由运动学公式得, 匀减速阶段位

关键点: 加速阶段和减速阶段具有对称性

移为  $x-2x_1 = vt'$ , 联立解得地铁匀速运行的时间为  $t' = \frac{x}{v} - t$ , 故地

铁从世纪城站到海昌路站运行的时间为  $t_{\text{总}} = 2t + t' = \frac{x}{v} + t$ , 地铁运

行全程平均速度大小为  $\bar{v} = \frac{x}{t_{\text{总}}} = \frac{xv}{x+vt}$ , **C 正确**.

**3. AC** 【解析】分析表中数据可知,  $4 \sim 6 \text{ s}$  之间某时刻物体达到最大速度, 根据前三组数据可知匀加速直线运动的加速度大小为

$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 2 \text{ m/s}^2$ , 根据后两组数据可得匀减速直线运动的加速度

大小为  $a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = 1 \text{ m/s}^2$ , 设从  $t = 4 \text{ s}$  再经过  $\Delta t$  到达  $B$  点, 即达到

最大速度, 则有  $v_{\text{max}} = 8 \text{ m/s} + a_1 \cdot \Delta t$ ,  $9 \text{ m/s} = v_{\text{max}} - a_2 \cdot (2 \text{ s} - \Delta t)$ , 解得  $\Delta t = 1 \text{ s}$ ,  $v_{\text{max}} = 10 \text{ m/s}$ , 即在  $t = 5 \text{ s}$  时物体恰好经过  $B$  点, 且达到最大速度  $10 \text{ m/s}$ , **A、C 正确**; 物体经过  $B$  点后减速的时间为

$t_2 = \frac{v_{\text{max}}}{a_2} = 10 \text{ s}$ , 则物体共经过  $t_{\text{总}} = 5 \text{ s} + 10 \text{ s} = 15 \text{ s}$  停在  $C$  点, **B 错**

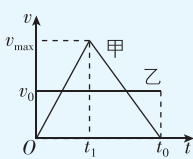
误;  $A$ 、 $B$  两点间的距离和  $B$ 、 $C$  两点间的距离分别为  $x_{AB} = \frac{v_{\text{max}}}{2} t_1 =$

$25 \text{ m}$ ,  $x_{BC} = \frac{v_{\text{max}}}{2} t_2 = 50 \text{ m}$ , 二者不相等, **D 错误**.

**关键点拨** 本题中,  $AB$  段和  $BC$  段加速度大小发生了变化,  $B$  点是两段运动的转折点.

- 4. D** 【解析】甲车从静止开始以加速度大小  $a_1$  加速到  $v_{\max}$ , 所用时间为  $t_1$ , 则这段时间内平均速度大小为  $\frac{v_{\max}}{2}$ ,  $v_{\max} = a_1 t_1$ , 再以加速度大小  $a_2$  减速到 0, 所用时间为  $t_2$ , 则这段时间内平均速度大小为  $\frac{v_{\max}}{2}$ ,  $v_{\max} = a_2 t_2$ , 所以  $a_1 t_1 = a_2 t_2$ , **C 错误**; 甲车的位移大小  $x_{\text{甲}} = \frac{v_{\max}}{2}(t_1 + t_2) = \frac{v_{\max}}{2}t_0$ , 乙车以速度  $v_0$  匀速行驶, 用时  $t_0$ , 行驶的位移大小为  $x_{\text{乙}} = v_0 t_0$ , 由题意知  $x_{\text{甲}} = x_{\text{乙}}$ , 可得  $v_{\max} = 2v_0$ , **A、B 错误**; 因为  $t_1 + t_2 = t_0$ , 所以  $\frac{v_{\max}}{a_1} + \frac{v_{\max}}{a_2} = \frac{2v_0}{a_1} + \frac{2v_0}{a_2} = t_0$ , 变形可得  $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{t_0}{2v_0}$ , **D 正确**.

**一题多解** 利用  $v-t$  图像求解, 甲、乙两车的  $v-t$  图像如图所示, 利用图线与时间轴围成的面积表示位移便可得出  $v_{\max}$  与  $v_0$  的关系满足  $\frac{t_0 v_{\max}}{2} = v_0 t_0$ , 即  $v_{\max} = 2v_0$ , **A、B 错误**.



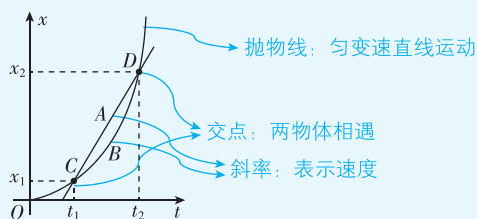
**5. 26.5 s**

【解析】汽车进入 ETC 通道减速至  $v_2$  的位移大小  $x_1 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a} = 37.5 \text{ m}$ , 进入 ETC 通道从开始减速到恢复正常行驶过程中的位移大小  $x = 2x_1 + d = 85 \text{ m}$ , 通过人工收费通道的减速位移  $x'_1 = \frac{v_1^2}{2a} = 50 \text{ m}$ , 总位移  $x' = 2x'_1 = 100 \text{ m}$ , 减速时间  $t'_1 = \frac{v_1}{a} = 10 \text{ s}$ , 停车时间  $t'_2 = 20 \text{ s}$ , 总时间  $t' = 2t'_1 + t'_2 = 40 \text{ s}$ , 汽车通过 ETC 通道的匀减速时间  $t_1 = \frac{v_1 - v_2}{a} = 5 \text{ s}$ , 匀速时间  $t_2 = \frac{d}{v_2} = 2 \text{ s}$ , 以速度  $v_1$  匀速通过与人通道位移差的时间  $t_3 = \frac{x' - x}{v_1} = 1.5 \text{ s}$ , 总时间  $t = 2t_1 + t_2 + t_3 = 13.5 \text{ s}$ , 节省的时间  $\Delta t = t' - t = 26.5 \text{ s}$ .

### 考向 3 运动图像分析与应用

**1. A**

**思路导引**



【解析】根据  $x-t$  图像中图线某点的切线斜率表示速度, 可知在  $t_1 \sim t_2$  时间段的某个时刻, 代表  $A$ 、 $B$  两物体的图线切线斜率相等, 所以二者的速度相同, **A 正确**; 由题图可知  $A$  做匀速直线运

动,  $B$  做匀加速直线运动, **B 错误**; 在  $t_1$  时刻之前,  $A$  的位置坐标始终小于  $B$ , 则可知  $A$  在  $B$  的后面, **C 错误**;  $x-t$  图像中图线的交点表示相遇, 由题图可知  $A$ 、 $B$  两物体在运动过程中相遇两次, **D 错误**.

- 2. D** 【解析】由匀变速直线运动位移差公式可知, 相邻相等时间内的位移差  $\Delta x = aT^2$ , 结合图像可得  $(x_2 - x_1) - (x_1 - x_0) = at_0^2$ , 解得  $a = \frac{x_2 - 2x_1}{t_0^2}$ , **A 错误**; 由上述分析有  $(x_3 - x_2) - (x_2 - x_1) = (x_2 - x_1) - x_1 = at_0^2$ , 整理得  $3x_1 + x_3 = 3x_2$ , **B、C 错误**; 由题意, 新能源汽车测试起步做初速度为 0 的匀加速直线运动, 有  $x = \frac{1}{2}at^2$ , 可得  $x_1 : x_2 : x_3 = 1 : 4 : 9$ , **D 正确**.

- 3. C** 【解析】因为  $x-t$  图像的切线斜率表示速度, 可知物体  $A$  和  $B$  均

**关键点:** 图像斜率的意义

做匀速直线运动, **A 错误**; 由题图甲可知, 在  $0 \sim 3 \text{ s}$  的时间内, 物体  $A$ 、 $B$  的间距逐渐增加, **B 错误**; 由题图乙可知, 在  $0 \sim 3 \text{ s}$  的时间内, 物体  $D$  的速度大于  $C$  的速度, 可知物体  $C$  与  $D$  的间距逐渐增大, **C 正确**;  $t = 3 \text{ s}$  时, 物体  $C$ 、 $D$  速度相等, 此时两物体间距最大, **D 错误**.

**关键点:** 共速时, 相距最远

- 4. A** 【解析】由题图可知, 篮球从某一高度由静止释放后, 速度负向增大, 落地反弹后上升至  $a$  点, 此时速度第一次向上减为零, 故

**关键点:** 可知整个运动过程中规定向上为速度正方向

此时到达离地最高处, **A 正确**.

**易错警示** 篮球上升到最高点的时候, 位移最大, 速度为零.

- 5. C** 【解析】由题图可知,  $0 \sim 2 \text{ s}$  内物体加速度为正, 沿正方向做匀加速直线运动,  $2 \sim 4 \text{ s}$  内加速度为负, 速度为正, 物体沿正方向做匀减速直线运动,  $4 \text{ s}$  末速度为零, 以后的运动重复之前的过

**关键点:** 速度和加速度方向相同时, 做加速运动, 反之, 做减速运动

程, 故物体一直沿正方向运动, 速度方向不变, **A、B 错误**; 物体一直在向一个方向运动, 位移一直在增大,  $0 \sim 2 \text{ s}$  内做初速度为零的

**易错点:** 只要速度方向不变, 则位移一直增大, 与加速度方向无关

匀加速直线运动,  $2 \sim 4 \text{ s}$  内做匀减速直线运动, 末速度为零, 两段过程加速度大小相同, 方向相反, 物体的位移相等, **C 正确**;  $a-t$  图像与时间轴围成的面积代表速度变化量, 故  $0 \sim 2 \text{ s}$  内与  $2 \sim 4 \text{ s}$  内物体速度变化量大小相同, 方向不同, **D 错误**.

**关键点拨**  $a-t$  图像与时间轴围成的面积代表  $\Delta v$ ,  $\Delta v$  为矢量, 既有大小, 又有方向.

- 6. D** 【解析】 $0 \sim t_3$  时间内无人机的加速度方向一直向上, 速度也向上, 则做加速运动, 速度一直增大, **A 错误**;  $t_1 \sim t_2$  时间内加速度不变, 速度一直增大, 无人机匀加速上升, **B 错误**;  $a-t$  图像与时间轴围成的面积表示速度的变化量, 结合无人机初速度为 0 可知,  $t_2$  时刻无人机的速度大小为  $v_2 = 0.5a_0 t_1 + a_1 t_2 - 0.5a_1 t_1$ , **C 错**

误;加速度变化率为加速度变化量和所用时间的比值,可知  $0 \sim t_1$  时间内无人机的加速度变化率为  $\frac{a_1 - a_0}{t_1}$ , **D 正确**.

**7. C 【解析】**根据  $x = \frac{1}{2}at^2$ , 可得  $x-t^2$  图像的斜率  $k = \frac{1}{2}a =$

**关键点:** 通过对应的函数关系式,找斜率或截距的含义

$\frac{2}{2} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$ , 则题图甲中物体的加速度为  $a = 2 \text{ m/s}^2$ , **A 正**

**确**;根据  $v^2 = 2ax$ , 可知  $v^2-x$  图像的斜率  $k = 2a = \frac{10}{1} \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2$ ,

则题图乙中物体的加速度为  $a = 5 \text{ m/s}^2$ , **B 正确**;根据  $x = v_0t +$

$\frac{1}{2}at^2$ , 可得  $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$ ,  $\frac{x}{t}-t$  图像的斜率  $k = \frac{1}{2}a = -\frac{4}{2} \text{ m/s}^2 =$

**关键点:** 找出对应的函数关系式

$-2 \text{ m/s}^2$ , 则题图丙中物体的加速度为  $a = -4 \text{ m/s}^2$ , **C 错误**;  $a-t$  图

线与横轴围成的面积表示速度变化量,可求出题图丁中物体在

**关键点:**  $a-t$  图像面积的含义

前 2 s 内的速度变化量大小为  $\Delta v = \frac{1}{2} \times 3 \times 2 \text{ m/s} = 3 \text{ m/s}$ , **D 正确**.

本题选说法不正确的,故选 C.

**方法总结** 特殊图像类问题,解题思路为列出对应的函数关系,找出斜率和截距的含义.

**8. BD 【解析】**由  $a-x$  图像可知随着位移增大,加速度逐渐减小,则  $0 \sim 30 \text{ m}$  内,警车做变加速直线运动, **A 错误**;由速度—位移关系  $v^2 - v_0^2 = 2ax$ , 可得  $ax = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$ , 即  $a-x$  图像的面积代表  $\frac{v^2 - v_0^2}{2}$ , 因

**关键点:** 通过函数关系式和微元的思想找出面积的含义

$v_0 = 10 \text{ m/s}$ , 则图像横轴上下面积相等时,末速度为  $10 \text{ m/s}$ , 由题图可得位移为  $60 \text{ m}$ , **B 正确**;由  $a-x$  图像的面积的意义可知,横轴上方的面积最大时,末速度最大,即在警车距离  $O$  点为  $30 \text{ m}$  时的速度最大,有  $\frac{v_{\max}^2 - v_0^2}{2} = \frac{10 \times 30}{2} \text{ m}^2/\text{s}^2$ , 解得  $v_{\max} = 20 \text{ m/s}$ , **C 错**

**误, D 正确**.

**关键点拨**  $a-x$  图像与  $x$  轴围成的面积表示  $\frac{v^2 - v_0^2}{2}$ .

**9. A 【解析】** $B$  物体的速度与位移关系图像为过原点开口向右的抛物线,故速度与位移满足关系  $v^2 = 2ax$ , 因此  $B$  物体做匀加速直线运动, **D 错误**;由题图知  $A$  做速度为  $v_0$  的匀速直线运动,  $B$  做初速度为  $0$  的匀加速直线运动,  $B$  图线过点  $(x_1, v_0)$ , 代入  $v^2 = 2ax$ , 可得  $B$  的加速度为  $a = \frac{v_0^2}{2x_1}$ , 假设两物体经过时间  $t$  相遇, 根

据相遇时位移相同, 有  $v_0t = \frac{1}{2}at^2$ , 解得  $t = \frac{4x_1}{v_0}$ , 此时  $B$  的速度大

**易错点:** 从同一起点出发, 经过相同时间运动位移相同的两物体相遇

小为  $v_B = at = 2v_0$ , **A 正确, C 错误**;根据  $A$  做匀速直线运动, 可得

两物体相遇时的位移为  $x = v_0t = 4x_1$ , **B 错误**.

**10. D 【解析】**由题图可知质点速度与位移的关系为  $\frac{1}{v} = kx$ , 不满足匀加速直线运动的位移与速度的关系式, 所以质点做的

不是匀加速直线运动, **A 错误**;  $\frac{1}{v}-x$  图线斜率为  $k = \frac{1}{v} = \frac{1}{vx}$ ,

**关键点:** 找对应的函数关系式

**B 错误**;由题图可知, 质点运动速率的倒数随位移均匀变化, **C**

**错误**;运动的时间  $t = \frac{x}{v}$ , 可知在  $\frac{1}{v}-x$  图像中, 图线与横轴围成

的面积表示质点运动的时间, **D 正确**.

#### 方法总结 非常规图像

图像种类	示例	解题关键
$\frac{x}{t^2} - \frac{1}{t}$ 图像		公式依据: $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow \frac{x}{t^2} = v_0 \cdot \frac{1}{t} + \frac{1}{2}a$ 斜率意义: 初速度 $v_0$ 纵截距意义: 加速度的一半, 即 $\frac{a}{2}$
$a-x$ 图像		公式依据: $v^2 - v_0^2 = 2ax \rightarrow ax = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$ 面积意义: 速度平方变化量的一半, 即 $\frac{v^2 - v_0^2}{2}$
$\frac{1}{v}-x$ 图像		公式依据: $t = \frac{1}{v} \cdot x$ 面积意义: 运动时间 $t$

**11. C 【解析】**在  $0 \sim 3 \text{ s}$  内  $A$  车做初速度为  $30 \text{ m/s}$ 、加速度为  $a_{A1} = -10 \text{ m/s}^2$  的减速运动, 计算可得在  $t = 3 \text{ s}$  时  $A$  车减速到零, 则  $A$  车前进的位移为  $x_A = \frac{v_0}{2}t = \frac{30}{2} \times 3 \text{ m} = 45 \text{ m}$ , 在  $0 \sim 3 \text{ s}$  内  $B$  车做速度为  $30 \text{ m/s}$  的匀速运动, 前进的位移为  $x_B = v_0t = 30 \times 3 \text{ m} = 90 \text{ m}$ , 由此可得  $t = 3 \text{ s}$  时两车间的距离为  $\Delta x = d + x_A - x_B = 100 \text{ m} + 45 \text{ m} - 90 \text{ m} = 55 \text{ m}$ , **A 错误**;由题图可知,  $3 \sim 9 \text{ s}$  内  $A$  车的加速度为  $a_{A2} = 5 \text{ m/s}^2$ , 在  $v-t$  图像中, 图像的斜率表示加速度, 则  $B$  车的加速度为  $a_B = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-30}{9-3} \text{ m/s}^2 = -5 \text{ m/s}^2$ , 故  $A$ 、 $B$  两车的加速度大小相等, **B 错误**;  $t = 3 \text{ s}$  时两车未相遇,  $3 \sim 9 \text{ s}$  内  $A$  车做初速度为零的加速运动,  $B$  车开始做减速运动, 若  $B$  车没有追上  $A$  车, 共速时两



车距离最近,设3 s后经历时间 $t'$ 两者速度相同,则有 $v_{共}=a_{A2}t'=v_0+a_Bt'$ ,解得 $t'=3$  s, $v_{共}=15$  m/s,在 $t'=3$  s时间内A车前进的位移为 $x_1=\frac{v_{共}}{2}\times t'=\frac{15}{2}\times 3$  m=22.5 m,B车前进的位移为 $x_2=\frac{v_0+v_{共}}{2}\times t'=\frac{30+15}{2}\times 3$  m=67.5 m,此时相距的最小距离为 $\Delta x_{\min}=\Delta x+x_1-x_2=55$  m+22.5 m-67.5 m=10 m,此后A车的速度大于B车的速度,两者间的距离开始增大,故不可能相遇,C正确,D错误。

#### 考向4 自由落体运动与竖直上抛运动

1. D 【解析】评委观看全红婵的跳水过程时,全红婵的肢体动作不可以忽略,不可以把全红婵看作质点,A错误;全红婵先从10 m高跳台上竖直向上跃起,再入水,位移大小为10 m,但路程大于10 m,B错误;全红婵向上跃起后重心升高0.45 m到达最高点,向上运动的过程为竖直上抛运动,则有 $h=\frac{v^2}{2g}$ ,解得 $v=3$  m/s,关键点:向上运动的过程为竖直上抛运动,而非自由落体运动

C错误;全红婵起跳后到达最高点的时间 $t=\frac{v}{g}=0.3$  s,D正确。

2. AD 【解析】砂粒做自由落体运动,根据 $v^2=2gh$ ,可知砂粒的速度为 $v=\sqrt{2gh}$ ,则出口下方9 cm处的砂粒速度约是3 cm处的 $\sqrt{3}$ 倍,A正确;相机曝光的时间相同且很短,痕迹的长度为 $\Delta x=vT\propto v$ ,可知出口下方9 cm处砂粒的痕迹长度约是3 cm处的 $\sqrt{3}$ 倍,B错误;由初速度为0的匀变速直线运动的推论可知,从出口关键点:自由落体运动为初速度为0的匀加速直线运动

下落0~3 cm与下落3~6 cm的时间之比为1:( $\sqrt{2}-1$ ),因砂粒随时间均匀漏下,可知出口下方0~3 cm范围内砂粒数与3~6 cm范围内砂粒数的比值为1:( $\sqrt{2}-1$ )=( $\sqrt{2}+1$ ),C错误;初速度为0的匀变速直线运动,第1个T内、第2个T内的位移之比为1:3,可得从出口下落0~3 cm与3~12 cm的时间是相等的,因砂粒随时间均匀漏下,可知出口下方0~3 cm范围内的砂粒数与3~12 cm范围内的砂粒数近似相等,D正确。

**关键点拨** 自由落体运动是初速度为0的匀变速直线运动,故初速度为0的匀变速直线运动的推论都适用。

3. C 【解析】运用分段法,取竖直向上为正方向,上升阶段,从抛出点到最高点,根据运动学公式,可得篮球的位移大小为 $x=\frac{v_0^2}{2g}=1.8$  m,所用时间 $t=\sqrt{\frac{2x}{g}}=0.6$  s,下落阶段,从最高点到地面,篮球下落高度 $h=h_0+x=3.2$  m,所用时间 $t_{\text{下}}=\sqrt{\frac{2h}{g}}=0.8$  s,落地时速度大小为 $v=gt_{\text{下}}=8$  m/s,从抛出到落地的过程平均速度大小为 $\bar{v}=\frac{h_0}{t+t_{\text{下}}}=1$  m/s,A、B错误,C正确;篮球在运动过程中,有两次经过抛出点上方1 m处,一次经过抛出点下方1 m处,所以有3次运动到与抛出点的距离为1 m处,D错误。

**一题多解** C选项求篮球落地时速度也可分析全过程,设竖直向上为正方向,则落地时位移为 $x'=-1.4$  m,根据 $v^2-v_0^2=-2gx'$ ,同样可得落地时速度大小为 $v=8$  m/s。

4. C 【解析】设B抛出后经过时间 $t$ ,A、B在空中相遇,则 $2v_0(t+\Delta t)-\frac{1}{2}g(t+\Delta t)^2=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$ ,要使两物体能在B上升过程中相遇,则 $0<t<\frac{v_0}{g}$ ,且需要满足B上升时,A还未落地,即 $\Delta t<\frac{4v_0}{g}$ ,联立可得 $\frac{(\sqrt{3}+1)v_0}{g}<\Delta t<\frac{4v_0}{g}$ ,C正确。关键点:相遇的条件

**方法总结** 若要两物体在空中相遇,则一个物体落地之前,另一个物体需抛出,且相遇时两物体在同一位置,找出位移的关系。

5. C 【解析】若乙释放时的高度为0.5H,则由 $2g\times 0.5H=v^2$ ,可得乙落地时的速度大小为 $v=\sqrt{gH}$ ,落地时间为 $t_1=\frac{v}{g}=\sqrt{\frac{H}{g}}$ ,乙与地面碰撞刚结束时的速度大小为 $v_2=0.5v_1=\frac{\sqrt{gH}}{2}$ ,与地面碰撞后上升的时间为 $t_2=\frac{v_2}{g}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$ ,乙从释放到再次到达最高点的运动时间为 $t=t_1+t_2=\frac{3}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$ ,A、B错误;若乙第一次上升到最高点时刚好与甲相撞,设乙第一次上升的最大高度为 $h'$ ,与地面碰后速度大小为 $v_3$ ,则有 $h'=\frac{1}{2}gt_3^2$ ,由乙球与水平地面碰撞后的速度大小是刚落地时速度大小的 $\frac{1}{2}$ 可知,乙第一次下落的时间 $t_4=2t_3$ ,则甲与乙碰撞时运动的总时间为 $t_{\text{总}}=t_4+t_3$ ,则有 $\frac{1}{2}gt_{\text{总}}^2+h'=H$ ,联立可得 $h'=\frac{H}{10}$ ,C正确;若乙第一次上升到最高点时刚好与甲相撞,则乙第一次下落高度为 $h_1=\frac{1}{2}gt_4^2=4h'=\frac{2H}{5}$ ,若乙刚与水平地面碰撞后与甲相碰,因乙球与地面碰撞的时间忽略不计,可知乙球第一次下落的高度 $h_2=H$ ,故若乙在第一次上升的过程中能与甲相撞,则乙释放时的高度 $h$ 的范围为 $\frac{2}{5}H<h<H$ ,D错误。

#### 重难点专项1 追及、相遇问题

1. BD 【解析】由题意可知,第一辆车向前行驶4 m时,第二辆车开始启动,则有 $x_1=\frac{1}{2}at_1^2$ ,解得第一辆车行驶的时间为 $t_1=2$  s,A错误;此时第一辆车的速度大小为 $v_1=at_1=4$  m/s,B正确;最大速度 $v_m=72$  km/h=20 m/s,由 $v_m=at_0$ ,解得第一辆车达到最大速度的时间为 $t_0=10$  s,此时第二辆车运动时间为 $t_2=t_0-t_1=8$  s,速