

# 第一单元 直线运动



## 考点基础巩固卷 I

### 1. B 必刷知识 ▶ 瞬时速度+物体可看成质点的条件

【深度解析】显示牌上显示的速度为瞬时速度, **A 错误**; 求赛艇通过终点线的时间时, 赛艇的长度不可以忽略, 不可以将其视为质点, **B 正确**; 研究比赛中四个姑娘的划桨动作, 桨各部分运动的差异不可忽略, 不可以将桨视为质点, **C 错误**; 赛艇全程不可能一直做匀变速直线运动, 所以赛艇全程的平均速度不一定等于全程中点时刻的瞬时速度, **D 错误**。

### 2. A 必刷知识 ▶ 匀变速直线运动的规律

【深度解析】根据速度—时间公式可知,  $t$  时刻和  $3t$  时刻质点的速度分别为  $v_1 = v_0 + at$  和  $v_2 = v_0 + a \cdot 3t$ , 由于  $v_1 : v_2 = 1 : 2$ , 解得  $at = 2.5 \text{ m/s}$ , **A 正确**。

#### 关键点拨

解答本题的关键是能够根据速度—时间公式分别列出质点在  $t$  时刻和  $3t$  时刻的速度表达式。

### 3. D 必刷题型 ▶ 匀减速直线运动+速度变化量

【深度解析】列车做匀减速直线运动, 加速度不变, 速度越来越小, 经过相同的位移所用时间越来越长, 根据加速度  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  知, 车头经过两相邻里程碑的速度变化量越来越大, **A、B 错误**; 列车进站的加速度  $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{15 - 35}{120} \text{ m/s}^2 \approx -0.17 \text{ m/s}^2$ , **C 错误**;  $2 \text{ min}$  内列车通过的位移为  $x = \frac{1}{2}(v_0 + v)t = \frac{1}{2}(35 + 15) \times 120 \text{ m} = 3\,000 \text{ m}$ , 两相邻里程碑之间的距离为  $1 \text{ km}$ , 所以车头到达第 4 个里程碑, **D 正确**。

### 4. A 必刷模型 ▶ 竖直上抛运动

【深度解析】将球的竖直上抛运动看成反方向的自由落体运动, 由自由落体运动规律得, 球最后  $0.4 \text{ s}$  内上升高度  $h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (0.4)^2 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$ , 则球开始  $0.4 \text{ s}$  内上升的高度为  $h_2 = 4h_1 = 3.2 \text{ m}$ , 球最初  $0.4 \text{ s}$  中间时刻的速度(关键点: 一段时间内中间时刻的速度等于这段时间内的平均速度)为  $v = \frac{3.2}{0.4} \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$ , 球上升的时间为  $t = \frac{v}{g} + 0.2 \text{ s} = 1 \text{ s}$ , 球上升的最大高度(关键点: 等于球自由落体下落的高度)为  $\frac{1}{2}gt^2 = 5 \text{ m}$ , **A 正确**。

#### 技巧必背

竖直上抛运动的时间具有对称性, 即上升时间与返回时间相等,  $t_{\text{上}} = t_{\text{下}} = \frac{v_0}{g}$ ; 速度大小具有对称性, 即上升与下落经过同一位置时速度大小相等。

## 5. A 必刷方法 ▶ 逆向思维法+推论法

【深度解析】冰壶做匀减速直线运动,离开第四个矩形区域边缘的  $E$  点时速度恰好为零,因此可将冰壶的运动视为从  $E$  到  $A$  的初速度为零的匀加速直线运动,则  $s_{EB} = 3s_0 = \frac{1}{2}at_2^2$ ,  $s_{EA} = 4s_0 = \frac{1}{2}at_3^2$ ,  $s_{ED} = s_0 = \frac{1}{2}at_4^2$ , 解得  $t_2:t_3:t_4 = \sqrt{3}:2:1$ ,  $t_1 = t_3 - t_4$ ,  $t_1:t_2 = (t_3 - t_4):t_2 = 1:\sqrt{3}$ , 故 **A 正确**。

### 技巧必背

物体做匀减速直线运动至速度为零,可将物体的运动看作反方向的初速度为零的匀加速直线运动。

### 快解

由通过连续相等位移的时间之比得  $t_{DE}:t_{CD}:t_{BC}:t_{AB} = 1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):(2-\sqrt{3})$ , 则  $t_1 = t_{CD} + t_{BC} + t_{AB}$ ,  $t_2 = t_{DE} + t_{CD} + t_{BC}$ , 则  $t_1:t_2 = 1:\sqrt{3}$ 。

## 6. B 必刷考点 ▶ 匀变速直线运动+多过程问题

【深度解析】根据表格数据知,正常情况反应时间(关键点:反应时间内汽车做匀速直线运动)为  $t_0 = \frac{7.5}{15} \text{ s} = 0.5 \text{ s}$ , 酒后反应时间为  $t'_0 = \frac{15.0}{15} \text{ s} = 1.0 \text{ s}$ , 则  $\Delta t = t'_0 - t_0 = 0.5 \text{ s}$ , **A 错误**; 汽车制动时,加速度大小为  $a = \frac{v^2}{2x_{\text{刹}}} = \frac{15^2}{2 \times (22.5 - 7.5)} \text{ m/s}^2 = 7.5 \text{ m/s}^2$ , **B 正确**; 当汽车行驶速度  $v = 25 \text{ m/s}$  时,刹车距离为  $x_{\text{刹}} = \frac{v^2}{2a} = \frac{25^2}{2 \times 7.5} \text{ m} \approx 41.7 \text{ m}$ , 则酒后的停车距离(关键点:停车距离为思考距离与刹车距离之和)为  $x = 25.0 \text{ m} + 41.7 \text{ m} = 66.7 \text{ m}$ , **C 错误**; 若汽车以  $15 \text{ m/s}$  行驶时,发现前方  $28 \text{ m}$  处有险情,根据表格数据知,酒后停车距离为  $x_{\text{停}} = 30.0 \text{ m} > 28 \text{ m}$ , 故酒后驾驶不能安全停车, **D 错误**。

## 7. D 必刷模型 ▶ 小球过管模型

【深度解析】若两者均无初速度同时释放,则由  $h = \frac{1}{2}gt^2$  知,在同一时间内两者下降高度相等,故小球在空中不能穿过管, **A 正确**; 两者同时释放,小球具有竖直向下的初速度  $v_0$ , 管无初速度,设小球由释放到落至空心管上、下边缘所用时间分别为  $t_1$  和  $t_2$ , 则有  $h = v_0t_1 + \frac{1}{2}gt_1^2 - \frac{1}{2}gt_1^2$ ,  $h + L = v_0t_2 + \frac{1}{2}gt_2^2 - \frac{1}{2}gt_2^2$ , 解得小球穿过管的时间  $t = t_2 - t_1 = \frac{L}{v_0}$ , 故小球能穿过管,且穿过管的时间与当地重力加速度无关, **B 正确**; 先让小球自由下落,当小球落至空心管上边缘时,无初速度释放空心管,设小球落至空心管上边缘时的速度为  $v_1$ , 穿过管的时间为  $t$ , 则  $v_1^2 = 2gh$ ,  $L = v_1t + \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}gt^2$ , 解得  $t = \frac{L}{\sqrt{2gh}}$ , 则小球一定能穿过管,且穿过管的时间与当地重力加速度有

关, C 正确; 两者均无初速度释放, 但小球提前了  $\Delta t$  时间释放, 以管为参考系, 小球相对管匀速运动 (关键点: 小球与管的加速度相同, 相同时间内速度增加量相同), 则  $v = g\Delta t$ ,  $L = vt$ , 联立解得小球穿过管的时间为  $t = \frac{L}{g\Delta t}$ , 则小球一定能穿过管, 且穿过管的时间与当地重力加速度有关, D 错误。

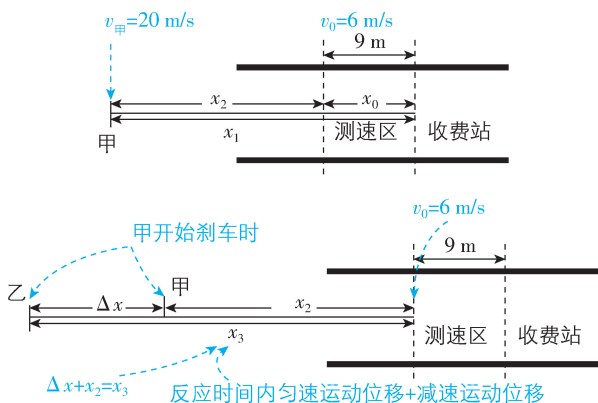
### 快解

小球和管都运动时, 加速度相同, 以空心管为参考系, A 选项中, 小球静止, 故小球不能穿过空心管; B 选项中, 小球以速度  $v_0$  做匀速直线运动, 穿过时间为  $t = \frac{L}{v_0}$ , 故小球能穿过且与重力加速度无关; C、D 选项中, 设小球早下落  $\Delta t$ , 则球以速度  $v = g\Delta t$  做匀速直线运动, 穿过时间为  $t = \frac{L}{g\Delta t}$ , 故小球能穿过且与重力加速度有关。

## 8. (1) $2 \text{ m/s}^2$ (2) $27.2 \text{ m}$

### 必刷模型 ▶ 避免相撞问题

#### 【题图剖析】



【深度解析】(1) 甲车开始刹车时距离限速点的距离为

$$x_2 = x_1 - x_0 = 91 \text{ m},$$

由速度—位移公式得  $v_0^2 - v_{\text{甲}}^2 = -2a_{\text{甲}}x_2$ ,

解得  $a_{\text{甲}} = 2 \text{ m/s}^2$ 。

(2) 设甲刹车后经时间  $t$ , 甲、乙两车速度相等, 由速度—时间公式得

$$v_{\text{甲}} - a_{\text{甲}}t = v_{\text{乙}} - a_{\text{乙}}(t - t_0),$$

解得  $t = 7.4 \text{ s}$ ,

$$v_{\text{共}} = v_{\text{甲}} - a_{\text{甲}}t = 5.2 \text{ m/s} < 6 \text{ m/s},$$

则乙车刚到达测速区的速度恰好为  $v_0 = 6 \text{ m/s}$  时, 两车开始时距离最短,

乙车从开始至减速到  $v_0 = 6 \text{ m/s}$  的过程中, 有

$$x_3 = v_{\text{乙}}t_0 + \frac{v_{\text{乙}}^2 - v_0^2}{2a_{\text{乙}}} \approx 118.2 \text{ m},$$

$$\Delta x = x_3 - x_2 \approx 27.2 \text{ m}。$$



### 1. B 必刷考点 ▶ $x-t$ 图像

【深度解析】由题图知,  $t=3\text{ s}$  时, 乙车的速度(关键点:  $x-t$  图像中图线的斜率表示速度)为  $v_Z = \frac{16\text{ m}-4\text{ m}}{3\text{ s}} = 4\text{ m/s}$ , 设乙车的初速度为  $v_0$ , 对乙车, 由匀变速直线运动规律得  $v_0 + at = v_Z$ , 解得  $v_0 = 16\text{ m/s}$ ,  $3\text{ s}$  内, 甲车的位移(关键点:  $x-t$  图像中位移等于末位置坐标与初位置坐标之差)  $x_{\text{甲}} = 16\text{ m} - 4\text{ m} = 12\text{ m}$ , 乙车的位移  $x_Z = \frac{v_Z + v_0}{2}t = 30\text{ m}$ , 由题图知,  $t=3\text{ s}$  时甲车和乙车到达同一位置, 得  $x_0 = x_Z - x_{\text{甲}} = 18\text{ m}$ , **B 正确**。

### 2. C 必刷考点 ▶ $v-t$ 图像

【深度解析】 $v-t$  图像中斜率表示加速度, 由题图知, 小车做加速度先增大后减小的非匀变速直线运动, **A 错误**; 小车在  $10\text{ s}$  内运动的平均速度大小为  $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{10\text{ m}}{10\text{ s}} = 1\text{ m/s}$ , **B 错误**; 若小车做匀加速直线运动, 如题图中虚线所示, 其位移大小等于虚线与横坐标轴围成的面积, 等于  $10\text{ m}$ , 因此虚线与横坐标轴围成的面积与图中实线与横坐标轴围成的面积相等, 故图中两部分阴影面积  $S_1 = S_2$ , **C 正确**; 若小车做匀加速直线运动, 在前  $4\text{ s}$  内的位移为  $1.6\text{ m}$ , 由题图知, 在前  $4\text{ s}$  内小车的实际位移小于小车做匀加速直线运动的位移, 因此小车在前  $4\text{ s}$  内位移大小不可能为  $2\text{ m}$ , **D 错误**。

#### 技巧必背

$v-t$  图像中, 速度看坐标, 大小看绝对值、方向看正负; 加速度看斜率, 大小看斜率绝对值、方向看斜率正负; 位移看面积, 时间轴上方为正, 下方为负; 路程只看面积大小。

### 3. D 必刷考点 ▶ $\frac{x}{t^2} - \frac{1}{t}$ 图像

【深度解析】由  $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$  变形可得  $\frac{x}{t^2} = v_0 \cdot \frac{1}{t} + \frac{1}{2}a$ , 与题目给定的图线对比, 由截距知  $\frac{1}{2}a = -4\text{ m/s}^2$ , 解得机动车的加速度  $a = -8\text{ m/s}^2$ , 由于机动车的加速度为负值, 因此牵引力小于阻力, 由斜率知初速度  $v_0 = \frac{4}{0.2}\text{ m/s} = 20\text{ m/s}$ , **A、B、C 错误**; 机动车速度变为零所需时间为  $t = \frac{0-v_0}{a} = 2.5\text{ s}$ , 因此  $3\text{ s}$  末机动车已静止, 其在前  $3\text{ s}$  的位移大小是  $x' = \frac{0-v_0^2}{2a} = 25\text{ m}$ , **D 正确**。

#### 技巧必背

分析特殊图像问题的基本方法: 根据横、纵坐标所涉及的物理量, 从匀变速直线运动的基本公式中选择合适的公式, 然后结合横、纵坐标将其转化为一次函数, 借助图像的斜率和截距分析。

#### 4. B 必刷知识 ▶ 追及问题 + $v-t$ 图像

【深度解析】 $v-t$  图像的斜率表示加速度,所以乙同学启动电动机

时的加速度大小为  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2}{3.5-1.5} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$ , **A 错误**;

由题图知,  $0 \sim 3.5 \text{ s}$  内,  $t = 2.5 \text{ s}$  时刻甲、乙速度相同,此时两同学间距离最大,  $v-t$  图像与坐标轴所围的面积表示位移,所以

最大距离为  $\Delta x_{\max} = \frac{1}{2} \times (1.5 + 2.5) \times 1 \text{ m} = 2 \text{ m}$ , **B 正确**; 设  $t$  时

刻乙同学追上甲同学,根据位移关系得  $v_{\text{甲}} t = \frac{1}{2} a (t - 1.5 \text{ s})^2$ ,

解得  $t = 4.5 \text{ s}$  (另一解  $t = 0.5 \text{ s}$  不合实际,舍去), **C 错误**; 乙同

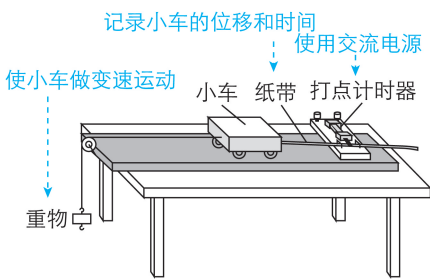
学追上甲同学时的加速距离为  $x = \frac{1}{2} a (4.5 \text{ s} - 1.5 \text{ s})^2 = 4.5 \text{ m}$ ,

**D 错误**。

#### 5. (1) AC (2) 0.605 (3) B (4) 见解析

必刷知识 ▶ 研究小车速度随时间变化的规律

【题图剖析】



【深度解析】(1) 打点计时器的工作电源是交流电, **A 正确**, **B**

错误; 实验中用刻度尺测量纸带上计数点间的距离, 不需要

用螺旋测微器, **C 正确**, **D 错误**; 实验中只需小车做变速运

动, 因此不需要天平测量重物的质量, **E 错误**; 打点计时器是

计时的仪器, 故不需要停表, **F 错误**。

(2) 电源的频率为  $50 \text{ Hz}$ , 所以两相邻计数点间的时间间隔为

$T = 5 \cdot \frac{1}{f} = 0.1 \text{ s}$ , 匀变速直线运动一段过程内中间时刻的瞬

时速度等于该过程的平均速度, 则打  $A$  点时小车的瞬时速度

为  $v_A = \frac{x_{OB}}{2T} = 0.605 \text{ m/s}$ 。

(3)  $v-t$  图像表示速度随时间变化的关系, 图像的斜率表示加

速度, 由图像知, 图像的斜率不变, 故速度随时间均匀变化,

所以小车做匀变速直线运动, **故 B 正确**。

(4) 若速度正比于位移, 设物体通过位移  $x$  时的速度为  $v$ ,

由于  $v$  是这一过程的末速度, 而不是平均速度, 所以所用

时间  $t_1 \neq \frac{x}{v}$ ; 同理, 通过 2 倍位移  $2x$  时的速度若为  $2v$ , 所

用时间  $t_2 \neq \frac{2x}{2v} = \frac{x}{v}$ , 因而无法得出如下结论: 通过第 1 段

位移  $x$  的时间  $t_1$  与通过全程  $2x$  的时间  $t_2$  相同, 进而得出

通过第 2 段位移  $x$  不需要时间。所以不同意上述伽利略

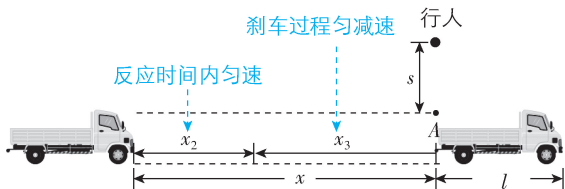
的论证过程。

6. (1) 0.5 s (2)  $0 < v < 2.4 \text{ m/s}$  或  $v > 4 \text{ m/s}$

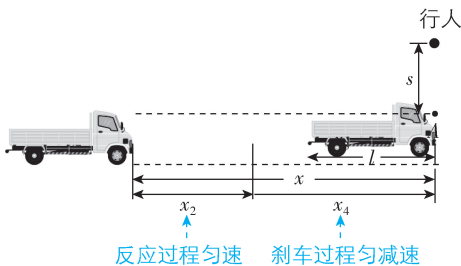
**必刷模型** ▶ 避免相撞问题

**【题图剖析】**

车尾过 A 点



车头过 A 点



**【深度解析】** (1) 汽车刹车过程中做匀减速运动, 刹车位移

$$x_1 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{20^2}{2 \times 5} \text{ m} = 40 \text{ m},$$

$$\text{司机的最长反应时间 } t_0 = \frac{x - x_1}{v_0} = \frac{50 - 40}{20} \text{ s} = 0.5 \text{ s}.$$

(2) 司机反应时间内通过的位移  $x_2 = v_0 t = 20 \text{ m}$ ,

卡车车尾通过 A 点需要刹车的位移  $x_3 = x + l - x_2 = (50 + 7.5 - 20) \text{ m} = 37.5 \text{ m}$ ,

设刹车末速度为  $v_2$ , 根据运动学公式有

$$v_0^2 - v_2^2 = 2ax_3,$$

解得  $v_2 = 5 \text{ m/s}$ ,

$$\text{故刹车时间 } t_2 = \frac{v_0 - v_2}{a} = 3 \text{ s},$$

则运动总时间  $t'_2 = 4 \text{ s}$ ,

若此时行人恰好走到 A 点, 则行人的行走速度

$$v'_2 = \frac{s}{t'_2} = 2.4 \text{ m/s},$$

故满足  $0 < v < 2.4 \text{ m/s}$  人不会被碰到;

若车头到达 A 点, 刹车位移

$$x_4 = x - x_2 = (50 - 20) \text{ m} = 30 \text{ m},$$

设刹车末速度为  $v_3$ , 根据运动学公式有  $v_0^2 - v_3^2 = 2ax_4$ ,

解得  $v_3 = 10 \text{ m/s}$ ,

$$\text{故刹车时间 } t_3 = \frac{v_0 - v_3}{a} = 2 \text{ s},$$

则运动总时间  $t'_3 = 3 \text{ s}$

若此时行人恰好通过马路, 则行人的行走速度  $v'_3 = \frac{s + d}{t'_3} =$

$4 \text{ m/s}$ ,

故满足  $v > 4 \text{ m/s}$  时人不会被碰到,

综上所述, 满足  $0 < v < 2.4 \text{ m/s}$  或者  $v > 4 \text{ m/s}$  行人不会被碰到。

## 单元综合提升卷

### 1. A 必刷方法 ▶ 平均速度法+基本公式法

【深度解析】设物体从  $A$  到  $B$  的时间为  $t$ , 加速度大小为  $a$ , 由于从  $A$  到  $B$  和从  $B$  到  $C$  的时间相同, 则从  $A$  到  $B$ 、从  $B$  到  $C$

的速度变化量相等, 都是  $\Delta v$ , 则  $\bar{v} = \frac{v_A + v_B}{2}$ ,  $\Delta v = v_B - v_A$ , 解得

$$v_A = \bar{v} - \frac{\Delta v}{2}, \text{A 正确。}$$

### 2. A 必刷知识 ▶ 匀变速直线运动规律的应用

【深度解析】设标记小旗的数量为  $n$ , 相邻小旗的间距为  $x$ , 运动员的加速度为  $a$ , 运动员匀减速到速度为零的运动可以看成反向的初速度为零的匀加速直线运动, 则由匀变速直线运动规律可得

$$(n-1)x = \frac{1}{2}a \times (15 \text{ s})^2, (n-11)x = \frac{1}{2}a \times (10 \text{ s})^2,$$

联立可得  $n=19$ , 故 A 正确。

### 3. D 必刷考点 ▶ $v-t$ 图像

选项	分析	正误
A	运动员在 0.25 s 时速度方向发生了变化, 故运动员入水前先做竖直上抛运动, 后做自由落体运动	×
B	运动员在 2.0 s 时速度减为零, 此时下落到最低点	×
C	在水中时, $v-t$ 图像斜率越来越小, 加速度逐渐减小	×
D	运动员入水前在空中运动时间为 1.0 s, 重心在空中时速度变化量大小为 $\Delta v = g \cdot \Delta t = 10 \times 1.0 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$	✓

#### 快解

若入水前运动员做自由落体运动, 则速度方向不会改变, 0~1.0 s 内, 运动员速度方向发生了改变, A 错误。

#### 技巧必背

$v-t$  图像中, 速度方向发生改变的点: 图像与时间轴的交点; 加速度大小发生改变的点: 图像的拐点; 物体离出发点最远的点: 图像与时间轴交点, 且该过程中速度方向不变; 物体回到出发点的时刻: 对应时间内位移为零。

### 4. D 必刷方法 ▶ 逆向思维法+相对运动

【深度解析】以竖直向上为正方向, 甲、乙两球的速度差为  $\Delta v = v_0 - gt - (-gt) = v_0$ , 故两小球的速度差不变, A 错误; 由  $h =$

$$\frac{1}{2}gt^2 \text{ 得, 乙球落地用时为 } t_2 = 2 \text{ s, 对甲球, 有 } v_0 t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2 =$$

-15 m, 解得  $t_1 = 3 \text{ s}$ , 落地前甲球经过的路程为 25 m, 乙球经

过的路程为 20 m, 由  $\bar{v} = \frac{s}{t}$  得, 落地前的运动过程中 小球甲、乙的平均速率 (易错点: 平均速率等于路程与所用时间之比, 平均速度是位移与所用时间之比) 之比为 5:6, **B 错误**; 乙球落地时, 甲球的位移为零, 即恰好回到抛出点, 故小球乙落地时, 甲、乙两球的位移大小之比为 0, **C 错误**; 对甲球, 根据  $v^2 - v_0^2 = 2gh$  得, 落地时的速度大小为  $v = 20 \text{ m/s}$ , 方向竖直向下, 跟乙球落地时的速度相同, 由于甲、乙两球的加速度相同, 由逆向思维及位移—时间公式可得  $h = vt - \frac{1}{2}gt^2$ , 则小球甲、乙在落地前最后 1 s 下落的高度相同, **D 正确**。

### 快解

小球乙落到小球甲抛出点位置时, 速度大小与小球甲相同, 两小球加速度相同, 且最后 1 s 甲球速度方向向下, **D 正确**。

## 5. B 必刷方法 ▶ 基本公式法

【深度解析】设  $AB = x$ , 则  $CD = 8x$ , 物体经过  $AB$  段中间时刻的速度  $v_1 = \frac{x}{t}$ , 经过  $CD$  段中间时刻的速度  $v_2 = \frac{8x}{t}$ , 根据  $v_2 = v_1 + at_{12}$ , 得  $t_{12} = \frac{7x}{at}$ ,  $AB$  段的位移  $x = \frac{1}{2}at^2$ , 联立解得  $t_{12} = 3.5t$ , 则  $t_{BC} = 3.5t - 0.5t - 0.5t = 2.5t$ , **B 正确**。

## 6. D 必刷考点 ▶ 追及与相遇 + $v-t$ 图像

【深度解析】 $0 \sim t_1$  时间内, 乙车的位移大于甲车的位移, 故  $t = 0$  时刻甲在乙前方, 距离为  $\Delta x = v_1 t_1 - \frac{v_1 t_1}{2} = \frac{v_1 t_1}{2}$ , **A 错误**;  $t_1 \sim t_4$  时间内, 甲车速度一直大于乙车速度, 甲车一直在前, 甲车的位移大于乙车的位移, 故在  $t_4$  时刻两车并未相遇, **B 错误**;  $0 \sim t_4$  时间内, 甲、乙两车的速度变化量不相等, 由  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  知, 这段时间内甲、乙两车的平均加速度不相等, **C 错误**; 若  $0 \sim t_4$  时间内两车的平均速度相等,  $0 \sim t_4$  时间内两车的位移相等, 则  $t_4$  时刻甲与乙的相对位置与  $t = 0$  时刻相同, 故此时甲车在乙车前方且到乙车的距离为  $\frac{v_1 t_1}{2}$ , **D 正确**。

## 7. D 必刷模型 ▶ 自由落体运动 + 竖直上抛运动

【深度解析】由自由落体运动规律得, 小球落地的时间为  $t_1 = \sqrt{\frac{2(l+h)}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times (0.65 + 1.80)}{10}} \text{ s} = 0.7 \text{ s}$ , 若此时圆筒刚好落地, 则圆筒抛出的速度为  $v_1 = g \cdot \frac{t_1}{2} = 3.5 \text{ m/s}$ , 若圆筒落地时, 小球刚进入圆筒, 则小球的下落时间为  $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.80}{10}} \text{ s} = 0.6 \text{ s}$ , 则圆筒抛出的速度为  $v_2 = g \cdot \frac{t_2}{2} = 3 \text{ m/s}$ , 则圆筒上抛的速度范围为  $3 \sim 3.5 \text{ m/s}$ , 故选 **D**。

## 8. D 必刷模型 ▶ 追及相遇问题

【深度解析】刹车后小轿车做匀减速运动, 由  $v = v_0 - at$  得, 小



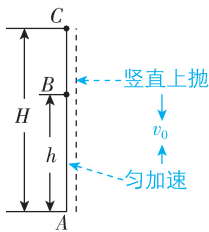
轿车从刹车到停止所用的时间  $t = \frac{v_0}{a} = \frac{30}{5} \text{ s} = 6 \text{ s}$ , **A 错误**; 刹车后小轿车做匀减速运动, 由  $-2ax = 0 - v_0^2$  得, 小轿车从刹车到停止的距离  $x = \frac{0 - v_0^2}{-2a} = \frac{0 - 30^2}{-2 \times 5} \text{ m} = 90 \text{ m}$ , **B 错误**; 反应时间内小轿车做匀速运动, 发生的位移  $x' = vt = 30 \times 0.6 \text{ m} = 18 \text{ m}$ , 驾驶员只能看清前方 50 m 的物体 (关键点: 驾驶员与前方物体间的距离为 50 m), 即  $x + x' = \Delta x + L$ , 解得  $L = 90 \text{ m} + 18 \text{ m} - 50 \text{ m} = 58 \text{ m}$ , 即三角警示牌至少要放在货车后 58 m 处, 才能有效避免两车相撞, 用逆向思维法, 小轿车运动到三角警示牌处的速度为  $v^2 = 2aL$ , 解得  $v = \sqrt{2aL} = 2\sqrt{145} \text{ m/s}$ , **C 错误**, **D 正确**。

### 技巧必背

刚好避免相撞的临界条件: 两车速度相同时处于同一位置, 即两车速度相同时, 两车位移关系满足  $x_{\text{后}} = x_0 + x_{\text{前}}$ 。

## 9. C 必刷知识 ▶ 匀变速直线运动 + 竖直上抛运动

### 【题图剖析】



【深度解析】根据匀变速直线运动规律得  $h = \frac{1}{2}at_0^2$ , 则火箭匀

加速上升的加速度  $a = \frac{2h}{t_0^2} = \frac{10}{3} \text{ m/s}^2$ , 火箭到达离地面 60 m

处的速度  $v_0 = at_0 = 20 \text{ m/s}$ , 燃料用完后火箭做竖直上抛运动,

还能继续上升的时间为  $t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{20}{10} \text{ s} = 2 \text{ s}$ , **B 错误**; 火箭上升

离地面的最大高度为  $H = h + \frac{v_0^2}{2g} = 60 \text{ m} + \frac{20^2}{2 \times 10} \text{ m} = 80 \text{ m}$ , **A 错**

误; 火箭从最高点落到地面的时间  $t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 80}{10}} \text{ s} =$

4 s, 则火箭从发射到返回发射点的时间  $t_{\text{总}} = t_0 + t_1 + t_2 = 6 \text{ s} +$

2 s + 4 s = 12 s, **C 正确**; 火箭落地的速度为  $v = \sqrt{2gH} =$

$\sqrt{2 \times 10 \times 80} \text{ m/s} = 40 \text{ m/s}$ , **D 错误**。

## 10. D 必刷知识 ▶ 利用 $a-v$ 图像分析运动过程

【深度解析】两球开始下落时初速度为零, 则  $f=0$ , 因此开始下落时两球的加速度相同, 即  $a_0$  相同, 故 **A 错误**; 当小球

受力平衡时, 达到最大速度, 即  $mg = kv_m$ , 可得  $v_m = \frac{mg}{k}$ , 因为铁球的质量大于塑料球的质量, 所以铁球对应于图中的  $v_m$

值较大, 故 **B 错误**; 两球下落过程中, 加速度  $a = \frac{mg-f}{m} = g -$

$\frac{kv}{m}$ , 刚开始下落的极短时间内, 可认为两球速度大小相等,

铁球质量大,则之后的一段时间内  $a_{\text{铁}} > a_{\text{塑}}$ ,铁球比塑料球速度增加得快,当  $\frac{v_{\text{铁}}}{m_{\text{铁}}} = \frac{v_{\text{塑}}}{m_{\text{塑}}}$  时,  $a_{\text{铁}} = a_{\text{塑}}$ ,加速度相等后的极短时间内,可认为速度变化量  $\Delta v$  相同,则此时  $a = g - \frac{k(v + \Delta v)}{m} = g - \frac{kv}{m} - \frac{k\Delta v}{m}$ ,  $m_{\text{铁}} > m_{\text{塑}}$ ,可得  $a_{\text{铁}} > a_{\text{塑}}$ ,若高度足够,两球加速度再次相等时,重复该循环,直到有一球达到最大速度,整个循环过程除特殊时刻加速度相等外,其他时间均有  $a_{\text{铁}} > a_{\text{塑}}$ ,即除初始时刻初速度均为零外,整个循环过程始终为  $v_{\text{铁}} > v_{\text{塑}}$ ,有一球达到最大速度后,因  $v_{\text{m铁}} > v_{\text{m塑}}$ ,将仍为  $v_{\text{铁}} > v_{\text{塑}}$ ,所以两球从开始下落至下落同样高度,铁球所用时间较短,故 **C 错误**;由 C 的分析可知,铁球的平均加速度要大于塑料球的平均加速度,并且最大速度也要大于塑料球的最大速度,这段时间内,铁球的速度始终大于塑料球的速度,所以铁球从开始下落至速度达到铁球所对应的  $v_{\text{m}}$  时下落位移较大,故 **D 正确**。

## 11. (1)②⑦ (2)左 (3)0.26 0.40

### 必刷知识 ▶ 探究匀变速直线运动规律

【深度解析】(1) 本实验不需要知道小车或砝码的质量,因此不用天平,电火花计时器记录了时间,因此不需要停表,故本实验中不需要的器材是②⑦;

(2) 由题图甲可知,小车释放后将做匀加速直线运动,因此纸带上打出的点先密后疏,由题图乙可知,纸带的左端与小车相连;

(3) 由匀变速直线运动规律的推论可得  $v_B = \frac{x_{AC}}{2T} =$

$$\frac{52.0 \times 10^{-3}}{2 \times 0.1} \text{ m/s} = 0.26 \text{ m/s}; \text{ 由逐差法可得 } a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{4T^2} =$$

$$\frac{x_{AE} - 2x_{AC}}{4T^2} = \frac{(120.0 - 2 \times 52.0) \times 10^{-3}}{4 \times 0.1^2} \text{ m/s}^2 = 0.40 \text{ m/s}^2。$$

## 12. (1)10.4 (2)CD (3) $\frac{8V^2}{h\pi^2 t^2} \left( \frac{1}{d_2^4} - \frac{1}{d_1^4} \right)$

### 必刷考点 ▶ 利用匀变速直线运动规律估测重力加速度大小

【深度解析】(1) 游标卡尺是 10 分度的,其精确度为 0.1 mm,主尺读数为 10 mm,游标尺上第 4 个刻度和主尺上某一刻度对齐,则游标尺读数为  $4 \times 0.1 \text{ mm} = 0.4 \text{ mm}$ ,所以最终读数为  $10 \text{ mm} + 0.4 \text{ mm} = 10.4 \text{ mm}$ 。

(2) 水龙头出口不是越细越好,水流太细测量水流的横截面直径时误差较大,水流太细还容易形成离散的水珠, **A 错误**;测量  $d_1$  时,不需要靠近水龙头出口,但  $h$  取值要大一些,这样可以减少实验误差, **B 错误, D 正确**;为了减少偶然误差,从多个角度测量同一横截面直径  $d$ ,再求平均值, **C 正确**。

(3) 时间  $t$  内流过的水体积  $V$  不变,则水流经过  $d_1$  处时,  $V = \left( \frac{d_1}{2} \right)^2 \pi v_1 t$ ,解得  $v_1 = \frac{4V}{\pi d_1^2 t}$ ,同理,水流经过  $d_2$  处时速度  $v_2 =$

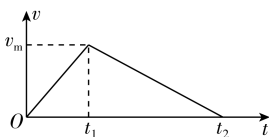
$\frac{4V}{\pi d_2^2 t}$ , 根据运动学公式得  $v_2^2 - v_1^2 = 2gh$ , 解得重力加速度  $g =$

$$\frac{8V^2}{h\pi^2 t^2} \cdot \left( \frac{1}{d_2^4} - \frac{1}{d_1^4} \right)。$$

13. (1) 30 m/s (2)  $(9-3\sqrt{3})$  s

**必刷知识** ▶ 自由落体运动+匀变速直线运动规律

【深度解析】(1) 依题意可得座舱下落整个运动过程的  $v-t$  图像如图所示,



设座舱最大速度为  $v_m$ , 根据加速度定义得

$$g = \frac{v_m - 0}{t_1}, -a = \frac{0 - v_m}{t_2 - t_1},$$

代入数据得  $t_2 = 3t_1$ ,

根据  $v-t$  图像围成的面积表示位移大小, 得  $\frac{v_m t_2}{2} = H$ ,

联立解得  $t_1 = 3$  s,  $t_2 = 9$  s,  $v_m = 30$  m/s。

(2) 座舱达到最大速度时游客的硬币滑落, 则硬币继续做自由落体运动直到落地, 设硬币从开始下落到落地的总时间为  $t_3$ , 则  $H = \frac{1}{2}gt_3^2$ ,

$$H = \frac{1}{2}gt_3^2,$$

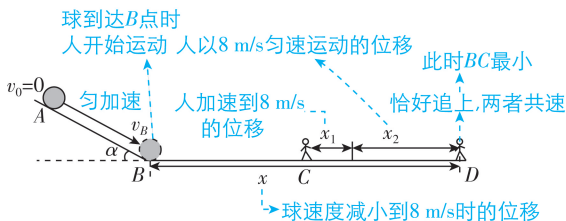
解得  $t_3 = 3\sqrt{3}$  s,

故硬币落地与座舱落地的时间间隔为  $\Delta t = t_2 - t_3 = (9-3\sqrt{3})$  s。

14. (1) 12 m/s (2) 32 m

**必刷模型** ▶ 追及相遇+临界问题

【题图剖析】



【深度解析】(1) 设泡沫球到达  $B$  点时的速度大小为  $v_B$ , 则

$$v_B^2 - 0 = 2a_1 x_{AB},$$

代入数据解得  $v_B = 12$  m/s。

(2) 泡沫球在  $BC$  段做匀减速运动, 当  $v = 8$  m/s 时,  $t = \frac{\Delta v}{a_2} = 8$  s,

$$x = \frac{v + v_B}{2} t = 80$$
 m,

人做匀加速运动阶段, 有  $v = a_3 t_1$

得  $t_1 = 4$  s,

$$\text{此时 } x_1 = \frac{1}{2} a_3 t_1^2 = 16$$
 m

人做匀速运动阶段, 有  $x_2 = v(t - t_1) = 32$  m

故  $x_{BC} = x - x_1 - x_2 = 32$  m。

15. (1) 1:1 (2) 2 m (3) 50 m/s<sup>2</sup>

**必刷模型** ▶ 变速物体追变速物体

【深度解析】(1) 由题图(b)可知, 甲车的加速度大小为

$$a_1 = \frac{v_0}{t} = \frac{40}{0.8} \text{ m/s}^2 = 50 \text{ m/s}^2,$$

$$\text{甲车的速度为 } 20 \text{ m/s 时, } t_1 = \frac{v_0 - 20 \text{ m/s}}{a_1} = 0.4 \text{ s},$$

$$\text{乙车的加速度大小为 } a_2 = \frac{20 \text{ m/s} - 0}{t_1} = 50 \text{ m/s}^2,$$

故甲、乙两车的加速度大小之比为  $a_1 : a_2 = 1 : 1$ 。

(2) 两车速度相等时, 相距最近, 最近距离为

$$\Delta x = x_0 - \left( v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2 - \frac{1}{2} a_2 t_1^2 \right) = 2 \text{ m}。$$

(3) 若甲、乙两车距离等于 4 m 时, 有

$$4 \text{ m} = x_0 - \left( v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 - \frac{1}{2} a_2 t^2 \right),$$

解得  $t = 0.2 \text{ s}$ ,

此时甲车的速度大小  $v_1 = v_0 - a_1 t = 30 \text{ m/s}$ ,

乙车的速度大小  $v_2 = a_2 t = 10 \text{ m/s}$ ,

设甲车刹车的加速度大小为  $a'$  时, 甲、乙两车相遇, 且速度恰好相等, 有

$$v_1 - a' t' = v_2, v_1 t' - \frac{1}{2} a' t'^2 - v_2 t' = 4 \text{ m},$$

联立解得  $a' = 50 \text{ m/s}^2$ 。