

# 第 1 章

## 运 动



- B. 帆船比赛中确定帆船在大海中位置时  
 C. 跆拳道比赛中研究运动员动作时  
 D. 铅球比赛中研究铅球被掷出后在空中飞行时间时

【答案】BD。

【提示】A选项：研究的问题是转动，而质点是无法描述转动信息的，因此A选项错误。B选项：帆船相对大海非常渺小，因此可以将帆船视为质点，从而更容易确定其位置。C选项：跆拳道比赛中运动员如果当成一个质点的话无法描述其动作信息，因此不能当作质点。D选项：铅球比赛中，研究铅球被掷出后在空中飞行时间，需要研究不同时刻铅球的位置，因此可以把铅球当成一个质点。故选BD。



### 融会贯通

参考系的选取具有任意性，除了不能选研究对象自己作为参考系之外，其余的物体或系统都可以作为参考系，参考系的建立是为了方便研究物体的运动状态，可以通过变化参考系找到研究问题的最便捷途径。质点是一个物理模型，当物体的大小和形状对研究问题没有影响时，为了研究问题的方便可以把物体当作质点。

### 问题2 位移、速度和加速度

3. 汽车沿直线从甲地开往乙地（不调头），若在前一半路程的平均速度为  $v_1$ ，后一半路程的平均速度为  $v_2$ ，则汽车全程的平均速度为多少？若汽车在前一半时间的平均速度为  $v_1$ ，后一半时间的平均速度为  $v_2$ ，则全程的平均速度又为多少？若汽车做匀变速直线运动，其中间时刻的速度为  $v_3$ ，中间位移的速度为  $v_4$ ，则  $v_3$  和  $v_4$  哪个大？

【答案】  $\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$ ，  $\frac{v_1+v_2}{2}$ ，  $v_3 < v_4$ 。

【提示】  $v_3 = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$ ，  $v_4 = \frac{v_1t + v_2t}{2t} = \frac{v_1+v_2}{2}$ 。

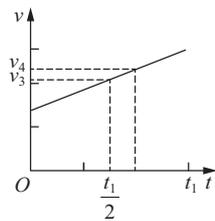


图 1-2

如图 1-2 所示，在匀变速直线运动中， $v_3$  是时间中点时刻的瞬时速度。在速度-时间图像中，直线与时间轴围成的面积是这一段时间内的位移，由图 1-2 可知，在时间中点时刻，前面的位移小于后面的位移，因此位移中点所对应的时刻大于  $\frac{t_1}{2}$ ，所以  $v_3 < v_4$ 。同理也可以在匀减速图像中得到相同结论。

4. 关于速度和加速度的关系，下列说法正确的是（ ）。
- A. 加速度方向为正时，速度一定增加  
 B. 速度变化得越快，加速度就越大  
 C. 加速度方向保持不变，速度方向也保持不变

D. 加速度大小不断变小, 速度大小也不断变小

【答案】B。

【提示】A 选项: 加速度方向为正, 速度方向为负时, 物体的速度减小。B 选项: 加速度描述速度变化快慢, 因此速度变化得越快对应着加速度就越大。C 选项: 平抛运动的加速度保持竖直不变, 但是速度的方向时刻变化。D 选项: 当物体的加速度和速度同向时, 即使加速度在不断变小, 速度也一直在变大。故选 B。

### 融会贯通

速度描述物体位置变化的快慢。加速度描述速度变化的快慢。某一时刻的速度和这一时刻的加速度无关, 例如上抛运动的物体达到顶点时, 速度为零, 而加速度不为零, 物体可以以较大的速度做匀速直线运动, 而加速度为零。

### 问题3 匀速直线运动

5. 在 2008 年 8 月 16 日, 牙买加选手博尔特在国家体育场“鸟巢”进行的北京奥运会男子 100 m 决赛中, 以破世界纪录的优异成绩夺得金牌。设高度为  $H$  的博尔特正在进行 100 m 短跑且就要到达比赛的终点处时有一摄影记者用照相机拍摄下了运动员冲刺的一幕。如图 1-3 所示, 已知摄影记者使用的照相机的光圈(控制进光量的多少)是 16, 快门(曝光时间)是  $1/60$  s, 得到照片后测得照片中人的高度为  $h$ , 胸前号码布上模糊部分的宽度是  $\Delta L$ 。则由以上数据可以知道运动员的( )。



图 1-3

- ① 100 m 成绩    ② 冲刺速度    ③ 100 m 内的平均速度    ④ 冲刺时  $1/60$  s 内的位移
- A. ①②                      B. ①③                      C. ②④                      D. ③④

【答案】C。

【提示】冲刺时  $1/60$  s 内的位移  $s = \frac{\Delta LH}{h}$ , 冲刺速度  $v = \frac{\Delta LH}{1/60 h}$ 。故选 C。

### 练习

1. 如图 1-4 所示, 帆板在海面上以速度  $v$  朝正西方向运动, 帆船以速度  $v$  朝正北方向航行, 以帆板为参照物, ( )。

- A. 帆船朝正东方向航行, 速度大小为  $v$
- B. 帆船朝正西方向航行, 速度大小为  $v$
- C. 帆船朝南偏东  $45^\circ$  方向航行, 速度大小为  $\sqrt{2}v$
- D. 帆船朝北偏东  $45^\circ$  方向航行, 速度大小为  $\sqrt{2}v$

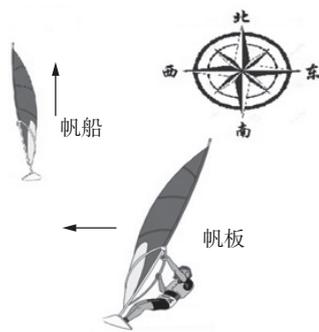


图 1-4

2. 下列关于速度和加速度的说法中正确的是 ( )。

- A. 物体运动的速度改变越大, 它的加速度一定越大
- B. 物体运动的加速度为零, 它的速度也一定为零
- C. 物体运动的速度改变越小, 它的加速度一定越小
- D. 物体运动的速度改变越快, 它的加速度一定越大

3. 如图 1-5 所示, 一女同学穿着轮滑鞋以一定的速度俯身“滑入”静止汽车的车底, 她用 15 s 穿越了 20 辆汽车底部后“滑出”, 位移为 58 m。假设她的运动可视为匀变速直线运动, 从上述数据可以确定 ( )。

- A. 她在车底运动时的加速度
- B. 她在车底运动时的平均速度
- C. 她刚“滑入”车底时的速度
- D. 她刚“滑出”车底时的速度

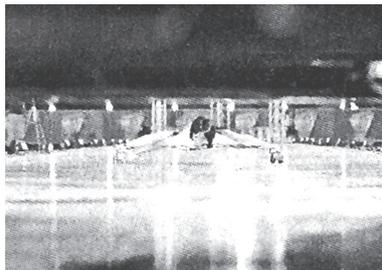


图 1-5

4. 如图 1-6 所示为高速摄影机拍摄到的子弹穿过苹果瞬间的照片。该照片经过放大后分析出, 在曝光时间内, 子弹影像前后错开的距离为子弹长度的 1% ~ 2%。已知子弹飞行速度约为 500 m/s, 因此可估算出这幅照片的曝光时间最接近 ( )。

- A.  $10^{-3}$  s
- B.  $10^{-6}$  s
- C.  $10^{-9}$  s
- D.  $10^{-12}$  s

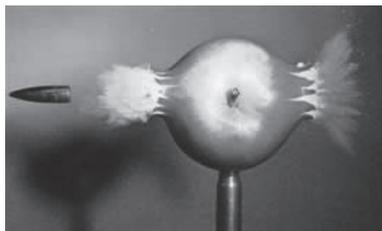


图 1-6

5. 在 2008 北京奥运会中, 牙买加选手博尔特是一位公认的世界飞人, 在男子 100 m 决赛和男子 200 m 决赛中分别以 9.69 s 和 19.30 s 的成绩破两项世界纪录, 获得两枚金牌, 如图 1-7 所示。关于他在这两次决赛中的运动情况, 下列说法正确的是 ( )。

- A. 200 m 决赛中的位移是 100 m 决赛的两倍
- B. 200 m 决赛中的平均速度约为 10.36 m/s
- C. 100 m 决赛中的平均速度约为 10.32 m/s
- D. 100 m 决赛中的最大速度约为 20.64 m/s



图 1-7

6. 如图 1-8 所示, 游乐场中, 从高处 A 到水面 B 处有两条长度相等的光滑轨道。甲、乙两小孩沿着不同轨道同时从 A 处自由滑向 B 处, 下列说法正确的有 ( )。

- A. 甲的切向加速度始终比乙大
- B. 甲、乙在同一高度的速度大小相等
- C. 甲、乙在同一时刻总能到达同一高度

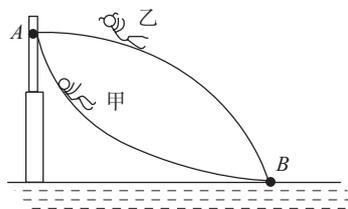


图 1-8

D. 甲比乙先到达  $B$  处

7. 对速度、速度变化量和加速度的理解, 有下列几种情景, 请根据所学知识选择对情景的分析和判断, 正确的选项是 ( )。

- ① 点火后即将升空的火箭
- ② 高速公路上沿直线高速行驶的轿车为避免事故紧急刹车
- ③ 运动的磁悬浮列车在轨道上高速行驶
- ④ 太空中的空间站在绕地球做匀速圆周运动

- A. 因火箭还没运动, 所以加速度一定为零
- B. 轿车紧急刹车, 速度变化很快, 所以加速度很大
- C. 高速行驶的磁悬浮列车, 因速度很大, 所以加速度也一定很大
- D. 尽管空间站做匀速圆周运动, 加速度也不为零

8. 一人看到闪电 12.3 s 后听到雷声, 已知空气中的声速为  $330 \sim 340 \text{ m/s}$ , 光速为  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ , 于是他用 12.3 除以 3 很快估算出闪电发生位置到他的距离为 4.1 km, 根据你所学的物理知识可以判断 ( )。

- A. 这种估算方法是错误的, 不可采用
- B. 这种估算方法可以比较准确地估算出闪电发生位置与观察者间的距离
- C. 这种估算方法没有考虑光的传播时间, 结果误差很大
- D. 即使声速增大 2 倍以上, 本题的估算结果依然正确

9. (2018 北京高考) 用图 1-9 所示的实验装置研究小车速度随时间变化的规律。

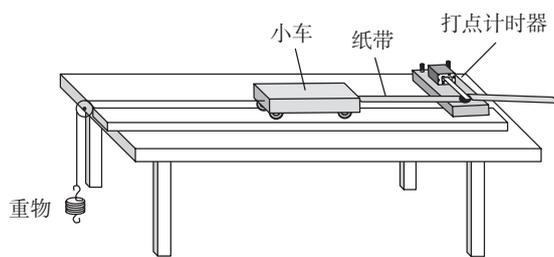


图 1-9

主要实验步骤如下:

- a. 安装好实验器材。接通电源后, 让拖着纸带的小车沿长木板运动, 重复几次。
- b. 选出一条点迹清晰的纸带, 找一个合适的点当作计时起点  $O$  ( $t = 0$ ), 然后每隔相同的时间间隔  $T$  选取一个计数点, 如图 1-10 中  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$ 、 $\dots$  所示。
- c. 通过测量、计算可以得到在打  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $\dots$  点时小车的速度, 分别记作  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ 、 $v_4$ 、 $v_5$ 、 $\dots$ 。

d. 以速度  $v$  为纵轴、时间  $t$  为横轴建立直角坐标系，在坐标纸上描点，如图 1-11 所示。



图 1-10

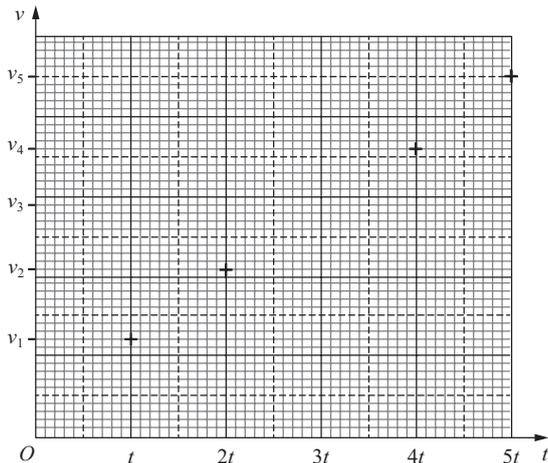


图 1-11

结合上述实验步骤，请你完成下列任务：

(1) 在下列仪器和器材中，还需要使用的有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_（填选项前的字母）。

- A. 电压合适的 50 Hz 交流电源      B. 电压可调的直流电源  
C. 刻度尺      D. 秒表  
E. 天平（含砝码）

(2) 在图 1-10 中已标出计数点 A、B、D、E 对应的坐标点，请在该图中标出计数点 C 对应的坐标点，并画出  $v-t$  图像。

(3) 观察  $v-t$  图像，可以判断小车做匀变速直线运动，其依据是\_\_\_\_\_。 $v-t$  图像斜率的物理意义是\_\_\_\_\_。

(4) 描绘  $v-t$  图像前，还不知道小车是否做匀变速直线运动。用平均速度  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  表示各计数点的瞬时速度，从理论上讲，对  $\Delta t$  的要求是\_\_\_\_\_（选填“越小越好”或“与大小无关”）；从实验的角度看，选取的  $\Delta x$  大小与速度测量的误差\_\_\_\_\_（选填“有关”或“无关”）。

(5) 早在 16 世纪末，伽利略就猜想落体运动的速度应该是均匀变化的。当时只能靠滴水计时，为此他设计了如图 1-12 所示的“斜面实验”，反复做了上百次，验证了他的猜想。请你结合匀变速直线运动的知识，分析说明如何利用伽利略“斜面实验”检验小球的速度是随时间均匀变化的。

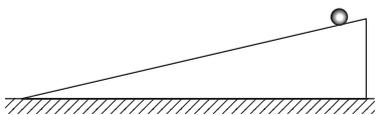


图 1-12

## 1.2 匀变速直线运动的规律 (一)

### 核心知识和方法

匀变速直线运动的基本公式及其推论

(1) 匀变速直线运动的两个基本公式: 
$$\begin{cases} v_t = v_0 + at \\ x = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \end{cases}$$

(2) 匀变速直线运动的一系列推论: 
$$\begin{cases} v_t^2 - v_0^2 = 2ax \\ v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} \end{cases}$$

(3) 在初速度为零的匀加速直线运动中, 图 1-13 和图 1-14 分别取的是相等的时间间隔以及相等的位移间隔。

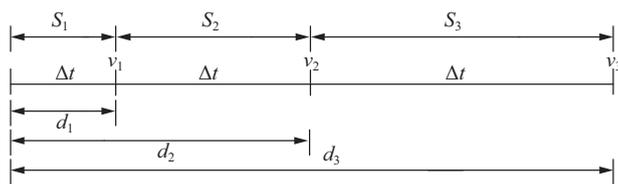


图 1-13

对于图 1-13, 在相同的时间间隔中, 可知:

$$\begin{aligned} v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n &= \underline{1 : 2 : 3 : \dots : n} \\ d_1 : d_2 : d_3 : \dots : d_n &= \underline{1 : 4 : 9 : \dots : n^2} \\ s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n &= \underline{1 : 3 : 5 : \dots : 2n-1} \end{aligned}$$

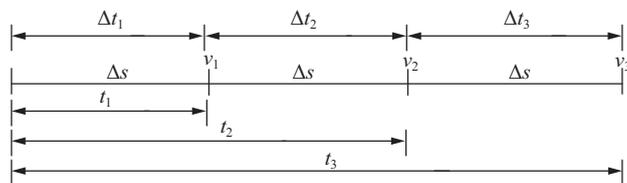


图 1-14

对于图 1-14, 在相同的位移间隔中, 可知:

$$\begin{aligned} v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n &= 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \dots : \sqrt{n} \\ t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n &= 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \dots : \sqrt{n} \\ \Delta t_1 : \Delta t_2 : \Delta t_3 : \dots : \Delta t_n &= 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1}) \end{aligned}$$

## 例题

### 问题1 公式与推论的灵活运用

1. 一物体从斜面顶端由静止开始匀加速下滑，最初的3 s内的位移为  $s_1$ ，最后3 s内的位移为  $s_2$ ，若  $s_1 - s_2 = 6$  m， $s_1 : s_2 = 3 : 7$ ，求斜面的长度？

【答案】12.5 m。

【提示】设斜面的长度为  $l$ ，下滑过程的时间为  $t$ ，最初的3 s内的位移为  $v_1$ ，最后3 s内的平均速度为  $v_2$ 。由  $s_1 - s_2 = 6$  m， $s_1 : s_2 = 3 : 7$ ，可得  $s_2 = 10.5$  m， $s_1 = 4.5$  m。

根据匀变速直线运动的规律，时间中点时刻的瞬时速度等于平均速度，即  $v_1 = \frac{s_1}{3\text{s}} = 1.5$  m/s，

$v_1 = a \cdot 1.5$  s， $a = 1$  m/s。  $v_2 = \frac{s_2}{3\text{s}} = 3.5$  m/s， $v_2 = a \cdot (t - 1.5\text{s})$ ， $t = 5$  s。  $l = \frac{1}{2}at^2 = 12.5$  m。

2. 在光滑的水平面上静止一物体，现以水平恒力甲推此物体，作用一段时间后换成相反方向的水平恒力乙推物体，当恒力乙作用时间与恒力甲的作用时间相同时，物体恰好回到原处，此时物体的速度为  $v_2$ ，若撤去恒力甲的瞬间物体的速度为  $v_1$ ，则  $v_2 : v_1$  等于多少？

【答案】2 : 1。

【提示】设物体前后半段运动的时间都为  $t$ ，前半段的位移为  $s_1$ ，平均速度为  $v_1$ ，后半段的位移为  $s_2$ ，平均速度为  $v_2$ 。

由题意知  $s_1 = -s_2$ ， $v_1 = \frac{s_1}{t} = -\frac{s_2}{t} = -v_2$ 。根据匀变速直线运动的规律得  $v_1 = \frac{0 + v_1}{2}$ ，

$v_2 = \frac{v_1 + v_2}{2}$ 。因此， $v_2 : v_1 = 2 : 1$ 。



### 融会贯通

匀变速直线运动有一系列公式可以应用，需要根据题目给出的条件选择合适的公式，比如题目中给出初速度、末速度和时间求位移，可以用  $s = \frac{v_{\text{初}} + v_{\text{末}}}{2}t$ ；题目中给出初速度、加速度和时间求位移，可以用  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 。

### 问题2 物体在重力作用下的直线运动

3. 将两个小球  $A$ 、 $B$  同时竖直上抛， $A$  上升的最大高度比  $B$  上升的最大高度高出 35 m，返回地面时间比  $B$  迟 2 s，试求：

(1)  $A$  和  $B$  的初速度各是多少？

(2)  $A$  和  $B$  分别达到的最大高度各是多少？

(3) 从  $A$  上抛开始计时, 何时  $A$  距地面 75 m?

【答案】(1) 40 m/s, 30 m/s; (2) 80 m, 45 m; (3) 3 s 或 5 s。

【提示】由题得  $\Delta h = \frac{v_A^2}{2g} - \frac{v_B^2}{2g}$ ,  $\Delta t = \frac{2v_A}{g} - \frac{2v_B}{g}$ , 则  $v_A = 40$  m/s,  $v_B = 30$  m/s, 即  $h_A = \frac{v_A^2}{2g} = 80$  m,  $h_B = \frac{v_B^2}{2g} = 45$  m。又  $s = v_A t - \frac{gt^2}{2}$ , 故  $t = 3$  s 或  $t = 5$  s。

### 练习

1. 如图 1-15 所示, 篮球架下的运动员原地垂直起跳扣篮, 离地后重心上升的最大高度为  $H$ 。上升第一个  $\frac{H}{4}$  所用的时间为  $t_1$ , 第四个  $\frac{H}{4}$  所用的时间为  $t_2$ 。不计空气

阻力, 则  $\frac{t_2}{t_1}$  满足 ( )。

A.  $1 < \frac{t_2}{t_1} < 2$

B.  $2 < \frac{t_2}{t_1} < 3$

C.  $3 < \frac{t_2}{t_1} < 4$

D.  $4 < \frac{t_2}{t_1} < 5$

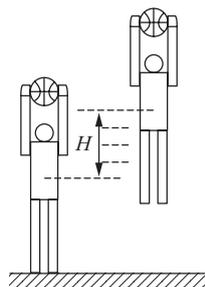


图 1-15

2. 汽车以 20 m/s 的速度做匀速运动, 某时刻关闭发动机而做匀减速运动, 加速度大小为  $5 \text{ m/s}^2$ , 则它关闭发动机后通过 37.5 m 所需时间为 ( )。

A. 3 s

B. 4 s

C. 5 s

D. 6 s

3. 一物体做匀变速直线运动, 某时刻速度的大小为 4 m/s, 1 s 后速度的大小为 10 m/s, 则在这 1 s 内该物体的 ( )。

A. 位移大小可能小于 4 m

B. 位移大小可能大于 10 m

C. 加速度的大小可能小于  $4 \text{ m/s}^2$

D. 加速度的大小可能大于  $10 \text{ m/s}^2$

4. 用如图 1-16 所示的方法可以测出一个人的反应时间。甲同学用手握住直尺顶端刻度为零的地方, 乙同学在直尺下端刻度为  $a$  的地方做捏住尺子的准备, 但手没有碰到尺子。当乙同学看到甲同学放开尺子时, 立即捏住尺子, 乙同学发现捏住尺子的位置刻度为  $b$ 。已知重力加速度为  $g$ ,  $a$ 、 $b$  的单位为国际单位,  $a > b$ , 则乙同学的反应时间  $t$  约等于 ( )。

A.  $\sqrt{\frac{2a}{g}}$

B.  $\sqrt{\frac{2b}{g}}$

C.  $\sqrt{\frac{2(a-b)}{g}}$

D.  $\sqrt{\frac{2(b-a)}{g}}$



图 1-16

5. 在与  $x$  轴平行的匀强电场中, 有一带电量  $q = 1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 、质量为  $m = 2.5 \times 10^{-3} \text{ kg}$  的物