

第一章 质点的运动



知识点考点精要

本章可分为三个单元进行复习。

一、描述质点运动的几个物理量

描述质点运动的物理量较多,其中最重要的、学生理解较难的有以下几个。

1. 位移(s)

位移是矢量,其大小是初位置与末位置间的距离;方向由初位置指向末位置。

注意:位移与路程的区别。

2. 速度(v)

描述质点运动快慢的物理量,其定义式为 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 。速度也是矢量,其方向为质点的运动方向(不一定是质点的位移方向)。

速率:是标量,是瞬时速度的大小。

平均速度:对质点运动快慢的粗略描述。注意:平均速度大小不能称为平均速率,平均速率 = $\frac{\text{路程}}{\text{时间}}$ 。

3. 加速度(a)

描述质点运动速度变化快慢的物理量。(可见其与速度的区别)

定义式: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

加速度是矢量,方向与速度变化方向一致(不一定与速度方向一致),大小由两个因素决定。注意:加速度与速度无关。

加速度的方向决定质点的运动性质,即加速度方向与质点运动方向(初速度方向)一致,质点作加速运动。加速度方向与质点运动方向相反,则作减速运动。

上面三个物理量均有符号。其规定原则:首先规定正方向,若矢量方向与正方向一致,则该矢量为正值,反之为负值。

注意:不能认为质点作加速直线运动时,加速度为正;反之为负。(只有规定初速度方向为正方向时才如此)。

4. 运动图像

运动图像是描述质点作直线运动规律的,不但要从数学角度去认识,而且还要正确理解、掌握其物理意义。

(1) 速度-时间图像(如图 1-1 所示)

其意义:① 描述 v 与 t 对应关系;

② 图线上任意点斜率值表示加速度大小;

③ 图线下覆盖的面积表示质点在该段时间内通过的位移。

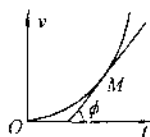


图 1-1

(2) 位移-时间图像(如图 1-2 所示)

其意义:① 描述 s 与 t 对应关系;

② 图线上任意点斜率值表示该时刻的速度大小。

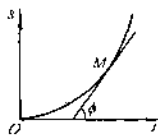


图 1-2

二、质点作各种直线运动的特点和规律

1. 匀速直线运动

(1) 特点 { 轨迹是直线
速度不变

(2) 规律:

$$v = \text{恒量}$$

速度-时间图像如图 1-3 所示。

$$s = vt \quad (\text{或 } s = s_0 + vt)$$

位移-时间图像如图 1-4 所示。

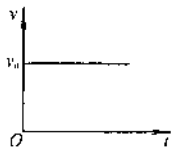


图 1-3

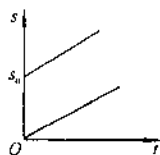


图 1-4

2. 匀变速直线运动

(1) 特点 { 轨迹是直线
加速度不变

(2) 规律:

$$v_t = v_0 + at \quad (1)$$

速度-时间图像如图 1-5 所示。

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

位移-时间图像如图 1-6 所示。

根据式(1)(2)可得出推论:

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as \quad (3)$$

$$\Delta s = aT^2 \quad (4)$$

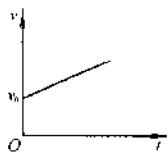


图 1-5

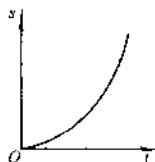


图 1-6

式(4)中 T 为匀变速直线运动质点运动中连续相等时间间隔; Δs 为相邻两段位移差。

$$s_I : s_{II} : s_{III} : \dots = 1 : 3 : 5 \quad (5)$$

式(5)表示作初速度为零的匀变速直线运动的质点,在连续相等时间内连续位移之比,注意:以起始时刻为零时刻计算:

$$\begin{cases} s = \bar{v}t & (6) \\ \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} & (7) \end{cases}$$

运用式(1)(2)(3)时要注意各物理量的符号,式(6)具有普遍意义,式(7)适用于匀变速直线运动的平均速度,该值等于这段时间内中间时刻的即时速度(不是位移中点的即时速度)。

三、曲线运动

任何一种曲线运动都是合运动,因此,研究曲线运动必须通过对它分运动的研究来研究,因此,本单元必须首先讲清“运动的合成与分解”,然后再研究具体的曲线运动。

1. 运动的合成

求几个运动的合运动叫运动的合成,包括:位移合成、速度合成和加速度合成。

(1)法则:平行四边形法则(或正交分解法、三角形法等)。

(2)几种常见的运动合成

①两个分运动均是匀速直线运动,则它们的合运动仍是匀速直线运动,(即在哪个方向上有位移,表明在该方向上有分运动)。

②应用平行四边形法则,画出运动分解图,应用数学知识进行计算。

2. 平抛运动

- (1) 产生 { ① $v_0 \neq 0$ 水平方向
② 只在重力作用下
- (2) 特点: 匀变速曲线运动, 如图 1-7 所示。
 { 水平方向: 以 v_0 为初速度的匀速直线运动
 { 竖直方向: 自由落体运动

(3) 规律:

① 速度(v_t)

大小:

$$v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (1)$$

$$v_x = v_0 \quad (2)$$

$$v_y = gt \quad (3)$$

方向:

$$\tan \phi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

② 位移(s)

大小:

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \quad (1)$$

$$s_x = v_0 t \quad (2)$$

$$s_y = \frac{1}{2} gt^2 \quad (3)$$

方向:

$$\tan \phi' = \frac{s_y}{s_x} = \frac{gt}{2v_0}$$

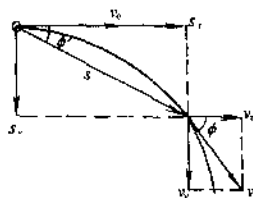


图 1-7

3. 匀速圆周运动

描述圆周运动的几个物理量都是 B 类知识, 其中向心加速度是难点, 应深刻理解向心加速度是描述作圆周运动的质点线速度方向变化快慢的物理量, 需熟练掌握公式:

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \quad (\text{其中 } v = \omega R)$$

《《 高考真题导引

【例1】 1986 年上海高考试题 关于速度和加速度的关系, 下列说法中正确的是 ()。

- A. 速度变化得越多, 加速度就越大
 B. 速度变化得越快, 加速度就越大
 C. 加速度大小保持不变, 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

【标准解】 答案: B

【评析】 本题考查学生对速度和加速度的概念的认识。

【例2】 1986年广东高考试题 在竖直上抛运动中(忽略空气阻力),物体在上升和下落两个阶段的加速度()。

- A.大小和方向都相同 B.大小相同,方向相反
C.大小和方向都不相同 D.大小在不断变化

【标准解】 答案:A

【评析】 本题考查对矢量的方向性的认识。

【例3】 1986年全国高考试题 一物体作匀变速直线运动,某时刻速度的大小为4m/s,1秒钟后速度的大小变为10m/s。在这1秒钟内该物体的()。

- A.位移的大小可能小于4m B.位移的大小可能大于10m
C.加速度的大小可能小于4m/s² D.加速度的大小可能大于10m/s²

【标准解】 答案:A,D

题中两个时刻的速度方向没交待,故物体可能作匀加速运动,也可能作匀减速运动。如果物体作匀加速运动,则

$$a_1 = \frac{v_2 - v_1}{t} = 6\text{m/s}^2$$

$$s_1 = v_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = 7\text{m}$$

如果物体作匀减速运动,则

$$a_2 = \frac{-v_2 - v_1}{t} = -14\text{m/s}^2$$

$$s_2 = v_1 t - \frac{1}{2} a_2 t^2 = -3\text{m}$$

【评析】 本题属于讨论题,由于速度的方向不确定,要讨论它的两种可能性,因此,有两个解。

【例4】 1991年上海高考试题 如图1-8所示,物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B ,这时,突然使它所受外力反向,大小不变,即由 F 变为 $-F$ 。在此力作用下,物体以后的运动情况,下列说法中正确的是()。

- A.物体不可能沿曲线 Ba 运动
B.物体不可能沿直线 Bb 运动
C.物体不可能沿曲线 Bc 运动

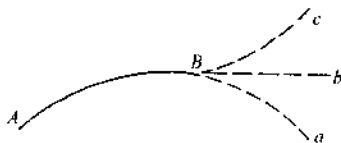


图 1-8

D. 物体不可能沿原曲线由 B 返回 A

【标准解】 答案: A, B, D

物体作曲线运动的条件是作用力与物体运动的方向不在一条直线上。当物体受到恒力作用时, 由 A 运动到 B 的过程中, 恒力 F 的方向一定指向曲线的凹侧。如果突然撤去恒力 F , 物体所受合外力为零, 则物体必沿 Bb 方向作匀速直线运动。当外力改为 $-F$ 时, 方向与 Bb 不在一条直线上, 且指向另一侧, 因此, 物体运动方向必然向 C 点的另一侧弯曲, 物体运动轨迹可能沿 Bc 曲线。

实际上 AB 段曲线是抛物线的一部分。

【评析】 考查概念, 要点是物体作曲线运动时速度方向为曲线在该点的切线方向。

【例5】 1992 年三南高考试题 一质点作圆周运动, 速度处处不为零, 则()。

- A. 任何时刻质点所受的合力一定不为零
- B. 任何时刻质点的加速度一定不为零
- C. 质点的速度大小一定不断地改变
- D. 质点的速度方向一定不断地改变

【标准解】 答案: A, B, D

质点作圆周运动, 其轨迹是圆圈, 可能速率不变, 称匀速圆周运动。也可能是非匀速圆周运动。由于轨迹是曲线, 质点所受合外力一定不为零。选项 A 正确。

由于质点轨迹是曲线的, 它的速度方向一定不断变化, 质点的速度也就变化, 因为速度是矢量。根据加速度的定义, 质点存在加速度。选项 B 和 D 也正确。

如果是匀速圆周运动, 质点的速度大小不变。选项 C 不正确。

【评析】 考查概念, 要点是速度变化, 必有加速度。

【例6】 1986 年全国高考试题 汽车甲沿着平直的公路以速度 v_0 作匀速直线运动, 当它路过某处的同时, 该处有一辆汽车乙开始作初速为 0 的匀加速直线运动去追赶甲车。根据上述的已知条件()。

- A. 可求出乙车追上甲车时乙车的速度
- B. 可求出乙车追上甲车时乙车所走的路程
- C. 可求出乙车从开始起到追上甲车时所用的时间
- D. 不能求出上述三者中任何一个

【标准解】 答案: A

设乙车追上甲车时乙车的速度为 v , 追上甲车时所用时间为 t 。由于乙车作初速为 0 的匀加速运动, 在时间 t 内平均速度为 $\frac{v}{2}$ 。

由 $v_0 t = \frac{v}{2} t$, 得 $v = 2v_0$, 选项 A 正确

【例7】 1989年全国高考试题 一架飞机水平匀速飞行。从飞机上每隔1s释放一个铁球,先后共释放4个。若不计空气阻力,则4个球()。

- A. 在空中任何时刻总是排成抛物线,它们的落地点是等间距的
B. 在空中任何时刻总是排成抛物线,它们的落地点是不等间距的
C. 在空中任何时刻总在飞机正下方排成竖直的直线,它们的落地点是等间距的
D. 在空中任何时刻总在飞机正下方排成竖直的直线,它们的落地点是不等间距的

【标准解】 答案:C

飞机沿水平方向匀速飞行,铁球具有和飞机相同的水平速度,释放后的铁球在重力作用下,相对地面作平抛运动,而相对飞机来说,铁球作自由落体运动。

把平抛运动分成两个垂直的分运动,水平方向匀速运动,竖直方向自由落体运动。水平方向速度与飞机速度相同,从地面上看,铁球总是在飞机正下方排成竖直的直线。竖直方向下落的时间相同,铁球运动的水平距离相同,铁球落地点是等距的。另一种解释方法是以飞机作为参照物。

【评析】 考查概念、要点是惯性的概念及参照物的选择。

【例8】 1992年全国高考试题 两辆完全相同的汽车,沿水平直路一前一后匀速行驶,速度均为 v_0 ,若前车突然以恒定的加速度刹车,在它刚停住时,后车以前车刹车时的加速度开始刹车。已知前车在刹车过程中所行的距离为 s ,若要保证两车在上述情况中不相撞,则两车在匀速行驶时保持的距离至少应为()。

- A. s B. $2s$ C. $3s$ D. $4s$

【标准解】 答案:B

设两车匀速行驶时保持的距离至少为 Δs ,两车刹车的距离都是 s 。

$$\text{对前车 } s = \frac{v_0}{2} t \quad \text{故 } t = \frac{2s}{v_0}$$

$$\text{后车在时间 } t \text{ 内匀速行驶 } v_0 t = 2s$$

$$\Delta s + s = 2s + s \quad \text{故 } \Delta s = 2s$$

【评析】 要点是前车刹车时,后车匀速行驶一段距离。

【例9】 火车以 1m/s^2 的加速度,在水平轨道上匀加速行驶,车厢中一乘客把手伸到窗外,从距地面2.5m高处自由释放一物体,不计空气阻力,则物体落地时与乘客的水平距离为()。

- A. 0 B. 0.25m C. 0.5m D. 1m

【标准解】 答案:B

分析同前题。

对物体来说,在水平方向上 $s_1 = vt$

在竖直方向上 $h = \frac{1}{2}gt^2$

对车来说 $s_2 = vt + \frac{1}{2}at^2$

$$s_2 - s_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{a}{g}h = 0.25\text{m}$$

【评析】 物体释放后水平方向速度不变,车加速运动。

【例10】 1991年全国高考试题 如图1-9所示,以9.8m/s的水平初速度 v_0 抛出的物体,飞行一段时间后,垂直地撞在倾角 θ 为 30° 的斜面上,可知物体完成这段飞行的时间是()。

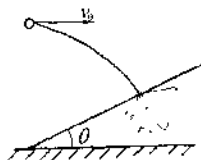


图 1-9

A. $\frac{\sqrt{3}}{3}\text{s}$ B. $\frac{2\sqrt{3}}{3}\text{s}$

C. $\sqrt{3}\text{s}$ D. 2s

【标准解】 答案:C

分解物体末速度,如图1-10,由于平抛物体水平方向是匀速运动,竖直方向是自由落体运动。末速度 v 的水平分速度仍为 v_0 ,竖直分速度为 v_y 。

$$v_y = gt$$

由图可知 $\frac{v_0}{v_y} = \tan 30^\circ$

$$\frac{v_0}{gt} = \tan 30^\circ$$

$$t = \frac{v_0}{g \tan 30^\circ} = \sqrt{3}\text{s}$$

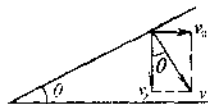


图 1-10

【评析】 把平抛运动的末速度正交分解。

【例11】 1992年全国高考试题 图1-11中所示为一皮带传动装置,右轮的半径为 r , a 是它边缘上的一点,左侧是一轮轴,大轮的半径为 $4r$,小轮的半径为 $2r$, b 点在小轮上,到小轮中心的距离为 r , c 点和 d 点分别位于小轮和大轮的边缘上,若在传动过程中,皮带不打滑,则()。

- A. a 点与 b 点的线速度大小相等
 B. a 点与 b 点的角速度大小相等
 C. a 点与 c 点的线速度大小相等
 D. a 点与 d 点的向心加速度大小相等

【标准解】 答案: C, D

a 、 c 两点同皮带的速率一样, 它们的线速度大小相等, 选项 C 正确。

c 和 b 为同一轮轴上两点, 它们的角速度相同。

b 的线速度 $v = \omega r$, 所以 c 点与 b 点线速度大小不同, 选项 A 不正确。由 $v_a = v_c$ 得 $\omega_a = 2\omega_c$, $\omega_b = \omega_c$, 选项 B 不正确。

由于 $\omega_d = \omega_c$, d 点向心加速度为 $\omega_d^2 \cdot 4r$, a 点的向心加速度为 $\omega_a^2 \cdot r = 4\omega_d^2 r$, 选项 D 正确。

【评析】 考查概念: 线速度、角速度、向心加速度。

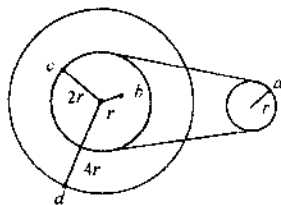


图 1-11

【例12】 1987 年全国高考试题 如图 1-12, M 、 N 是两个共轴圆筒的横截面, 外筒半径为 R , 内筒半径比 R 小得多, 可忽略不计。筒的两端是封闭的, 两筒之间抽成真空。两筒以相同的角速度 ω 绕其中心轴 (垂直纸面) 作匀速转动。设从 M 筒内部可以射出两种不同速率 v_1 和 v_2 的微粒, 从 S 处射出时的初速度的方向都是沿筒半径方向。微粒到达 N 筒后就附着在 N 筒上。如果 R 、 v_1 、 v_2 都不变, 取合适的 ω 值, 则 ()。

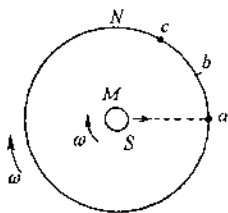


图 1-12

- A. 有可能使微粒落在 N 筒上的位置都在 a 处一条与 S 缝平行的窄条上
 B. 有可能使微粒落在 N 筒上的位置都在某处, 如 b 处一条与 S 缝平行的窄条上
 C. 有可能使微粒落在 N 筒上的位置分别在某两处, 如 b 处和 c 处与 S 缝平行的窄条上
 D. 只要时间足够长, N 筒上将到处都落有微粒

【标准解】 答案: A, B, C

忽略微粒重力时, 微粒从 S 处射出时作匀速直线运动, 达到 N 筒上的时间为 t

$$R = vt$$

设 N 筒的周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega}$

当 $t = nT$ 时 ($n = 1, 2, \dots$) 即 $\frac{R}{v} = n \frac{2\pi}{\omega}$

微粒落在 a 点处

当 $t \neq nT$ 时, 可能落在 b 处或 c 处。

当 v_1 和 v_2 的大小为整数倍时, 两种微粒落在 N 筒的同一位置。从上述情况看, v_1 和 v_2 大小为整数倍时, $t = nT$, 选项 A 正确; 当 $t \neq nT$ 时选项 B 正确。如果 v_1 和 v_2 大小不成整数, 选项 C 正确。

如果 R 和 v 一定, 则 t 一定。当 t 一定时, $\phi = \omega t$ 一定, 即 N 筒转过的角度 ϕ 一定。这样 N 筒上到处都有微粒是不可能的。选项 D 不正确。

【评析】考查线速度、角速度、周期概念的运用。

【例13】1989年广东高考试题 如图1-13, 火车厢在水平轨道上以速度 v 向西作匀速直线运动, 车上有人以相对车厢为 u 的速度向东水平抛出一小球, 已知 $v > u$, 站在地面上的人看到小球的运动轨迹应是() (图中箭头表示列车运动的方向)。

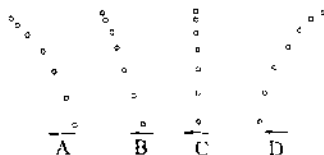


图 1-13

【标准解】答案: D

本题应以地面作为参照物, 火车车厢速度水平向西为正, 人以相对车厢向东抛出的方向为负, 由于 $v > u$, 故抛出后小球对地的速度为 $v - u$, 方向是向西的。站在地面上看到的小球运动轨迹应是 D 图所表示的。

【评析】本题与前面的飞机连续释放铁球是有区别的, 本题是研究其中一个小球的运动轨迹, 而前一题是研究多个小球在空中的排列。前一题以飞机为参照物说明, 时是简要的, 本题则以地为参照物说明, 是必要的, 题中为地面上的人看到的运动轨迹。

【例14】1988年全国高考试题 如图1-14, 将一物体以某一初速度竖直上抛, 在下图四幅图中, 哪一幅能正确表示物体在整个运动过程中的速率 v 与时间 t 的关系()? (不计空气阻力)

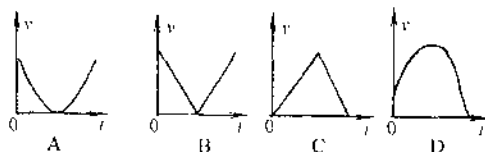


图 1-14

【标准解】 答案:B

在不计空气阻力的情况下,竖直上抛的物体上升时作匀减速运动,下落时作匀加速运动。

【评析】 会根据速度-时间图像正确地判断物体的运动形式。

【例15】 1999年全国高考试题 一跳水运动员从离水面 10m 高的平台上向上跃起,举双臂直体离开台面。此时其重心位于从手到脚全长的中点。跃起后重心升高 0.45m 达到最高点。落水时身体竖直,手先入水(在此过程中运动员水平方向的运动忽略不计)。从离开跳台到手触水面,他可用于完成空中动作的时间是_____s。(计算时,可以把运动员看做全部质量集中在重心的一个质点。 g 取为 10m/s^2 ,结果保留二位数字。)

【标准解】 答案:1.7s

人上升阶段作匀减速运动,可用匀加速运动的公式来计算。从最高点下落到手触水面,重心下落 10m,作自由落体运动。

上升阶段:

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 0.3\text{s}$$

下落阶段:

$$h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = 1.4\text{s}$$

$$t = t_1 + t_2 = 1.7\text{s}$$

【例16】 2000年全国高考试题 如图 1-15,一辆实验小车可沿水平地面(图中纸面)上的长直轨道匀速向右运动。有一台发出细光束的激光器装在小转台 M 上,到轨道的距离 MN 为 $d = 10\text{m}$,转台匀速转动,使激光束在水平面内扫描,扫描一周的时间为 $T = 60\text{s}$,光束转动方向如图中箭头所示。当光束与 MN 的夹角为 45° 时,光束正好射到小车上。如果再经过 $\Delta t = 2.5\text{s}$ 光束又射到小车上,则小

车的速度为多少?

【标准解】 答案: 1.7m/s, 2.9m/s

$$\Delta\phi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ = 15^\circ$$

(1) 当小车在 N 点的左边运动时

在 Δt 时间内小车通过的位移

$$L_1 = d(\lg 45^\circ - \lg 30^\circ)$$

$$V_1 = \frac{L_1}{\Delta t} = 1.7 \text{ m/s}$$

(2) 当小车在 N 点的右边运动时

在 Δt 时间内小车通过的位移

$$L_2 = d(\lg 60^\circ - \lg 45^\circ)$$

$$V_2 = \frac{L_2}{\Delta t} = 2.9 \text{ m/s}$$

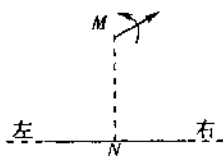


图 1-15

【例17】 2001年上海高考题 如图 1-16 A 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信号, n_1 、 n_2 是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 $\Delta t = 1.0\text{s}$,超声波在空气中传播的速度是 $v = 340\text{m/s}$,若汽车是匀速行驶的,则根据图 B 可知,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 _____ m,汽车的速度是 _____ m/s。

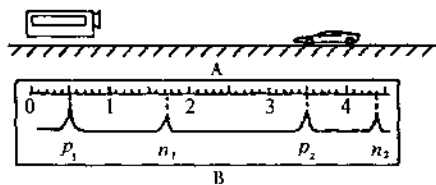


图 1-16

【标准解】 答案: 17m, 17.9m/s

设扫描速度为 v_1 , 从图 B 可知

$$v_1 \Delta t = 30\text{mm}$$

从发射 p_1 到接收到 n_1 的时间为 $2t_1$, $v_1 \cdot 2t_1 = 12\text{mm}$

从发射 p_2 到接收到 n_2 的时间为 $2t_2$, $v_1 \cdot 2t_2 = 9\text{mm}$

由上述可知 $t_1 = 0.2\text{s}$ $t_2 = 0.15\text{s}$

汽车在接收到 p_1 、 p_2 两信号间前进 s , 所用时间为 Δt ,

$$s = v(t_1 - t_2) = 17\text{m}$$

$$v_1 \Delta t_1 = 39.5 - 11 = 28.5 \text{ mm}$$

$$\Delta t_1 = 0.95 \text{ s}$$

$$\text{汽车的速度 } v_2 = \frac{s}{\Delta t_1} = 17.9 \text{ m/s.}$$

【评析】考查匀速运动的知识,同时考查解答实际问题的能力。

《典型题点拨》

【例1】从地面竖直上抛一个物体 M , 同时在某一高度 H 处另一物体 m 作自由下落, 两物体在空中达到同一高度时, 速率都是 v , 则下列说法中正确的是()。

- A. 物体 M 上抛时的初速率和物体 m 落地时的速率都是 $2v$
- B. 物体 M 和物体 m 由抛出到落地时经历的时间相等
- C. 物体 M 能上升的最大高度和物体 m 开始下落时的高度相等
- D. 当两物体到达同一高度时, 物体 m 已下落 $H/4$

【标准解】答案: A、C、D

由于上抛和下落的对称性, 物体 m 下落总时间为已下落的时间的 2 倍。

根据 $v_1 = gt$, 物体 m 落地时速率为 $2v$ 。物体 M 上抛的初速率也为 $2v$, 选项 A 正确。

物体 M 从相遇点再上升的高度与物体 m 已下落的高度相同, 都是 $h = \frac{v^2}{2g}$, 选项 C 正确。

设到同一高度时物体 m 已下落 h ,

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$H = \frac{1}{2} g (2t)^2$$

$$\frac{h}{H} = \frac{1}{4}, h = \frac{H}{4}, \text{选项 D 正确。}$$

【评析】本题应用了竖直上抛和自由落体运动, 其加速度大小和方向都相同的特点, 竖直上抛可以用自由下落的公式计算。

【例2】如图 1-17, 从某点以水平速度 v 抛出小球, 不计空气阻力。小球落在倾角为 α 的斜面上 B 点, 速度方向与斜面夹角为 β , 则此时速度大小 $v_B =$ _____; 小球在空中飞行的时间 $t =$ _____。

【标准解】答案: $v/\cos(\beta - \alpha)$, $v \tan(\beta - \alpha)/g$

把 v_B 向水平和竖直两个方向正交分解,

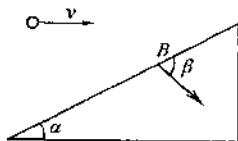


图 1-17

$$\frac{v}{v_B} = \cos(\beta - \alpha)$$

$$v_B = \frac{v}{\cos(\beta - \alpha)}$$

设竖直分速度为 v_y ,

$$v_y = v \lg(\beta - \alpha)$$

在竖直方向上:

$$v_y = gt$$

$$t = \frac{v_y}{g} = \frac{v \lg(\beta - \alpha)}{g}$$

【评析】 在处理平抛运动的问题时,离不开正交分解法,本题是把末速度正交分解。

《跨学科题析》

【例1】 我国自1964年10月16日爆炸了第一颗原子弹后,1967年4月第一颗氢弹爆炸。1970年4月24日发射了第一颗人造地球卫星东方红一号,1999年11月20日又成功发射了“神舟号”飞船。飞船完成预定的空间科学试验任务之后,于21日凌晨3时41分在内蒙古自治区中部成功着陆。“神舟号”飞行试验成功表明我国载人航天技术有了重大突破,对增强我国国防力量和提高国际地位具有重要意义。

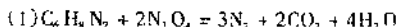
(1)运送卫星、宇宙飞船的火箭可用偏二甲肼(化学式为 $C_2H_8N_2$)做燃料,此燃料燃烧时跟氧化剂 N_2O_4 反应,生成二氧化碳、氮气和水,此反应的化学方程式为_____。

(2)有的火箭推进器有液态肼(N_2H_4)和液态双氧水。当它们混合反应时,即产生大量氮气和水蒸气并放出大量热。此反应的化学方程式为_____。

(3)1987年8月,我国返回的卫星上曾搭载水稻种子,返回后经地面种植,培育出的水稻穗粒大,亩产达600kg,最高达750kg,蛋白质含量增加8%~20%,生长期平均缩短10天,这种育种方式叫_____,其优点是_____。

(4)飞船返回地球时,为保护返回舱内的仪器不受损坏,在靠近地面时会放出降落伞进行减速,若返回舱离地面4km时,速度方向竖直向下,大小为200m/s,要使返回舱最安全最理想着陆,则降落伞产生减速的加速度应该多大?(设放出降落伞后返回作匀减速运动)。

【标准解】 答案:(1)(2)(3)略,(4)5m/s²





(3) 诱变育种, 提高变异频率, 使后代的变异性状较快稳定, 加快育种过程。

$$(4) a = \frac{v_0^2}{2s} = \frac{200^2}{2 \times 4000} = 5 \text{ m/s}^2$$

【例2】某城市的管道煤气是水煤气和焦煤气混合而成的, 某住宅楼高约 10m, 有一居民家厨房发生煤气泄漏爆炸事故, 急救人员迅速赶到现场救护和维修。

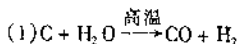
(1) 生产水煤气的化学方程式是_____。

(2) 管道煤气致人中毒的主要原因是什么?

(3) 调查人员发现该住户的煤气泄漏速度为 6.0g/min, 从调查中发现煤气是在达到空气质量的 6% 时爆炸的, 问煤气开始泄漏几个小时爆炸的? (假定厨房内空气体积为 25m³)

(4) 产生的高压可摧毁门窗及其它室内设备, 调查人员发现在损坏的窗外草地上飞得最远的玻璃片离楼角 14m, 试估算气体爆炸时的初速度 (经验证明该速度为玻璃片飞出速度的 100 倍)

【标准解】 答案: (1) 略; (2) 略; (3) 5.375h; (4) 10³m/s



(2) CO 与血红蛋白相结合造成人体中毒。

(3) $\rho_{\text{煤}} = 1.29 \text{ kg/m}^3$, 泄漏煤气质量为 m ,

$$m = \rho \cdot V \times 6\% = 1.935 \text{ kg} = 1935 \text{ g}$$

$$t = \frac{m}{6} = 322.5 \text{ min} = 5.375 \text{ h}$$

(4) 根据平抛规律

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2} \text{ s}$$

$$s = v_0 t \quad v_0 = \frac{s}{t} = 10 \text{ m/s}$$

$$100v = 10^3 \text{ m/s}$$

《《 仿真题练测

一、选择题

1. 物体在水平拉力作用下, 由静止开始作匀加速直线运动, 经 4s 速度达到 4m/s, 此时拉力消失, 物体在地面滑行一段距离后停下来。在这全过程中, 物体运动的平均速度()。

A. 等于 2 m/s B. 小于 2 m/s C. 等于 2.5 m/s

D. 条件不足, 无法确定

2. 如图 1-18, 为两个物体 A 和 B 在同一直线上沿同一方向同时作匀加速运动的 $v-t$ 图像。已知在第三秒末两物体在途中相遇, 则两物体的出发点的关系是 ()。

A. 从同一地点出发

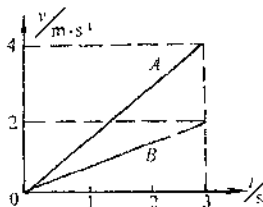
B. A 在 B 前 3 m 处C. B 在 A 前 3 m 处D. B 在 A 前 5 m 处

图 1-18

3. 做平抛运动的物体, 在每 1 s 内速度的改变量 ()。

A. 大小相等, 方向不同

B. 大小不等, 方向不同

C. 大小相等, 方向相同

D. 大小不等, 方向相同

4. 一滑块以某一初速度从斜面底端滑到其顶端时, 其速度恰好减为零。若设斜面全长为 L , 滑块通过最初 $3L/4$ 所需时间为 t , 则滑块从斜面底端滑动到顶端所用时间为 ()。

A. $4t/3$ B. $5t/4$ C. $3t/2$ D. $2t$

5. 如图 1-19 所示, 斜面倾角为 37° , 从斜面的 P 点分别以 $2v_0$ 和 v_0 的速度平抛 A、B 两个小球, 不计空气阻力, 设小球落在斜坡和水平地面上均不发生反弹, 则 A、B 两球的水平射程的比值可以是 ()。

A. 1

B. 2

C. 3

D. 4

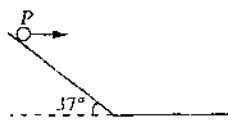


图 1-19

6. 斜面上有 a、b、c、d 4 个点, $ab = bc = cd$, 从 a 点正上方 O 点以速度 v 水平抛出一个球, 它落在斜面上 b 点, 如图 1-20 所示。若小球从 O 点以速度 $2v$ 水平抛出, 不计空气阻力, 则它落在斜面上的 ()。

A. b 与 c 之间某一点

B. c 点

C. c 与 d 之间某一点

D. d 点

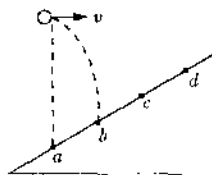


图 1-20

7. 物块 A 以某一初速度从粗糙斜面底端开始上滑, 滑到某一位置后又重新下滑回到斜面底端, 则比较该物块上滑时间 t 和下滑时间 t' 有 ()。

A. $t > t'$ B. $t < t'$ C. $t = t'$

D. 无法比较

8. 如图 1-21, 两轮子压紧, 通过摩擦传动 (无打滑现象), 已知大轮半径是小轮半径的 2 倍, E 为大轮半径的中点, C、D 分别是大轮和小轮边缘上的一点, 则 E、C、D 三点向心加速度大小关系正确的是 ()。

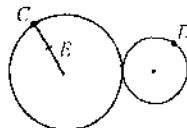
A. $a_C = a_D = 2a_E$ B. $a_C = 2a_D = 2a_E$ 

图 1-21

C. $a_c = a_D/2 = 2a_E$

D. $a_c = a_D/2 = a_E$

二、填空题

9. 一列火车沿直线从静止出发由 A 地驶到 B 地, 已知 A、B 两地相距 S , 火车先以加速度 a_1 作匀加速运动, 后以加速度 a_2 作匀减速运动, 火车从 A 到 B 所需的时间为_____。
10. 物体作匀加速直线运动, 其速度在 2 秒钟内达到 6m/s , 物体在 2 秒钟内的位移最少是_____m, 位移最多不能超过_____m。
11. 一物体以某一初速度在粗糙的平面上做匀减速直线运动, 最后停下来。若此物体在最初 5s 内通过的路程与最后 5s 内通过的路程之比为 $11:5$, 则此物体一共运动的时间 $t =$ _____s。
12. 气球以 5m/s 的速度匀速竖直上升, 气球下面系一小重物, 在上升到 210m 高处时, 系小重物的绳子断了, 小重物距地面的最大高度是_____m, 物体从断绳起至落回地面经过的时间为_____s。
13. 一质点沿一条直线作匀加速运动, A、B、C 是这条直线上的三个点, 且 $AB = BC$ 。已知质点在 AB 段的平均速度为 3m/s , 在 BC 段的平均速度为 6m/s , 质点通过 B 点时的速度为_____m/s。
14. 以初速度 v_0 水平抛出的物体, 在空中先后经过 A、B 两点, 物体在这两点的速度方向与水平方向的夹角分别为 45° 和 60° , 则物体经过 A、B 两点所需时间是_____。A、B 两点间的竖直方向的距离为_____。
15. 大多数男同学小时候都打过弹子(或玻璃球)张明小朋友在楼梯走道边将一颗质量为 20g 的弹子沿水平方向弹出, 不计阻力, 弹子滚出走道后, 直接落到“2”台阶上, 如图 1-22 所示, 设各级台阶宽, 高都为 20cm , 则他将弹子打出的速度大小在_____范围($g = 10\text{m/s}^2$)
16. 如图 1-23, 半径为 R 的圆环 N 绕垂直其所在平面的轴 O 以角速度 ω 匀速转动, 质点 M 在圆环的开口之一 A 处从静止出发沿直径做匀加速直线运动, 圆环还有一开口 B, OB 与 OA 垂直。当 M 的加速度 $a_1 =$ _____或 $a_2 =$ _____时, 它可不被圆环拦住而运动到圆环外。

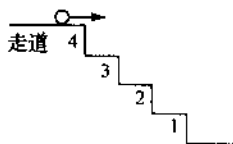


图 1-22

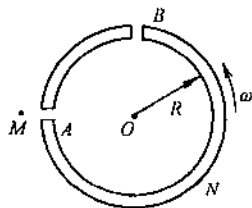


图 1-23

三、计算题

17. 一列长 100m 的列车以 20m/s 的速度运动, 当通过 1000m 长的大桥时, 从车头上桥开始到车尾离开桥的过程中, 火车的速度必须减为 10m/s , 火车在减速与加速的过程中, 加速度大小为 0.5m/s^2 。求:
- (1) 火车因过桥而延误的时间。