

中等专业学校教学用书

物理

例题分析与练习

WU LI LI TI FEN XI YU LIAN XI

张志坚 主编

石油工业出版社

中等专业学校教学用书

物理例题分析与练习

张志坚 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书根据中等专业学校的特点,收集并进行了典型例题分析,同时结合成人高考的需要,适当增加了成人高考题目的练习。本书可作为中专基础课配套教材,也可供参加成人高考的人员复习时参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理例题分析与练习/张志坚主编.

北京:石油工业出版社,2000.4

中等专业学校教学用书

ISBN 7-5021-2969-3

I.物…

II.张…

III.物理课—专业学校—解题

IV.G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 05945 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京四季青印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 308 千字 印 1—2300

2000 年 4 月北京第 1 版 2000 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2969-3/TE·2305(课)

定价:16.00 元

前 言

根据国家教委颁布的《中等专业学校物理教学大纲》的要求,为了提高学生分析和解题的能力,特组织了一批有多年中专物理教学经验的教师,编写本书,作为中专基础课教学用书。

本书既考虑大部分中专生对物理学习的实际情况,同时又兼顾部分在校中专生参加成人高考的需要,适当的增加部分成人高考题目的练习,供学生和教师在教学中参考。本书初稿经过多年的教学使用效果良好。

本书由张志坚担任主编,林福疆、姚文泉、张金奎担任副主编。第一章、第二章由姚文泉编写,第三章由徐书军、张卫东编写,第四章由刘丽芹编写,第五章由郭鲜宇编写,第六章由李俊强、李亚玲编写,第七章由林福疆编写,第八章、第九章、第十章由张志坚编写,第十一章由王春寿编写,第十二章由刘云平、吕凤滨编写,第十三章、第十四章由林福疆编写,第十五章由张金奎、刘秀军编写。全书插图的绘制工作由王春寿完成。

本书虽经多次修改,由于编写时间较为仓促和编者水平有限,难免有错误或不妥之处,希望老师和同学们在使用过程中批评指正,以便修改。

编 者

2000 年 1 月

目 录

第一章 匀变速直线运动	(1)
第二章 牛顿运动定律	(16)
第三章 曲线运动 万有引力定律	(35)
第四章 功和能	(47)
第五章 机械振动和机械波	(63)
第六章 分子运动论 理想气体状态方程	(74)
第七章 内能 热和功	(82)
第八章 静电场	(91)
第九章 直流电	(105)
第十章 磁场	(120)
第十一章 电磁感应	(131)
第十二章 电磁振荡和电磁波	(141)
第十三章 几何光学	(146)
第十四章 物理光学基础知识	(158)
第十五章 原子核物理基础知识	(166)
练习题答案	(177)

第一章 匀变速直线运动

一、内容提要

1. 运动的相对性

①要研究物体的运动,必须选择一个标准,这个标准就称为参照物。同一物体的运动,对于不同的参照物,运动的状态不同,所以机械运动中物体的运动或静止,都是相对于某一个参照物而言的。

②在研究物体平动时,为简化问题,常忽略物体的形状、大小,而把它看成具有一定质量的点(质点)。质点是实际物体的一种理想模型。

2. 描述运动的物理量

(1)位移与路程

物体由 A 点沿某一路径运动到 B 点,连接 A 点和 B 点的矢量 ab 称位移。从 A 点到 B 点所走路径的长度 s 叫路程。

注意:位移是矢量,由始、末位置决定,与路径无关。路程是标量,与始、末位置及路径有关。一般来说 $AB < s$, 对直线运动,且运动方向不变时, $ab = s$ 。

(2)时间与时刻

时刻与位置对应,时间与路程(或位移)对应。

(3)速度

速度是描述物体运动快慢和运动方向的物理量。速度是矢量,它的方向就是运动的方向。在变速运动中,物体的速度是随时间变化的。

①平均速度:

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

平均速度仅仅描述在一定的时间间隔(或一段路程)内物体的运动快慢情况,不能全面地、真实地描述物体在各个时刻的运动情况。

②即时速度是变速运动物体某时刻或通过某一位置时的速度,它是当时间 Δt 趋于零时平均速度的极限值。即时速度是矢量,它表示物体在某一时刻或某一位置运动的快慢和运动的方向。

(4)加速度

加速度是描述物体运动速度变化快慢的物理量。加速度是矢量,它的方向就是速度增量的方向。

变速直线运动的加速度为

$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

3. 匀速直线运动

(1)匀速直线运动的特点

其一，物体运动路径是直线；

其二，物体在任意相等的时间内，通过的路程都相等，即运动的速度 $v = \frac{s}{t}$ = 恒量，与路径或时间无关，且平均速度和即时速度在数值上相等。

(2) 匀速直线运动的路程公式

$$s = vt$$

式中 v 为恒量，因此路程和时间成正比。

(3) 速度—时间图象 ($v-t$ 关系)

对于匀速运动，由于速度不随时间变化，所以它的 $v-t$ 图象是一条平行于时间轴的直线。物体在时间 t 内通过的路程，数值上等于速度—时间图象下的矩形的面积。对变速运动， $v-t$ 图象下的面积数值上也等于对应时间内物体通过的路程。

4. 匀变速直线运动

(1) 匀变速直线运动的特点

其一，运动的路径是一直线；

其二，在任意相等的时间内，速度的增量都相等。

(2) 加速度

由于匀变速运动在任意相等的时间内，速度的增量都相等，所以它的加速度的大小为

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \text{恒量}$$

如果运动的速度是增加的，即 $\Delta v = v_t - v_0 > 0$ ，可知 $v_t > v_0$ ，加速度 a 的方向就和初速度 v_0 的方向相同，式中 a 是正值，即 $a > 0$ 。

如果运动的速度是减小的，即 $\Delta v = v_t - v_0 < 0$ ，可知 $v_t < v_0$ ，加速度 a 的方向就和初速度 v_0 的方向相反，式中 a 是负值，即 $a < 0$ 。

(3) 速度公式和速度—时间图象

$$v_t = v_0 + at$$

由于 $a = \text{恒量}$ ，所以 v_t 是 t 的一次函数。

$v-t$ 图象的斜率等于匀变速直线运动的加速度，即 $a = \tan \alpha$ 。

(4) 位移公式

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

5. 匀变速、自由落体、竖直上抛、竖直下抛运动的公式

在略去空气阻力的情况下，自由落体、竖直上抛、竖直下抛运动，都可以看做匀变速直线运动，因此都可以用匀变速直线运动的公式计算。由于条件不同，公式的形式略有不同，详见表 1-1。

表 1-1

运动情况	速度与时间的关系式	位移与时间的关系式	速度与位移的关系式
匀变速直线运动	$v_t = v_0 + at$	$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	$v_t^2 = v_0^2 + 2as$
自由落体运动	$v_t = gt$	$h = \frac{1}{2} gt^2$	$v_t^2 = 2gh$
竖直下抛运动	$v_t = v_0 + gt$	$h = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$	$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$
竖直上抛运动	$v_t = v_0 - gt$	$h = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2$	$v_t^2 = v_0^2 - 2gh$

6. 运动的叠加原理

一个运动可以看成是由几个各自独立运动的叠加,如平抛运动,可以看成是由速度为平抛初速度的匀速运动与自由落体运动的叠加。参加叠加的各个独立的分运动的时间是同一时间,这一点很重要,在解题时要注意。

二、例题分析

〔例题 1〕 运动场环形跑道周长为 400m,某同学用了 160s 绕跑道跑了两圈。这位同学在这 160s 内位移的大小为 _____ m,路程为 _____ m。

解:位移是运动物体的始点到终点的一条有向线段,是矢量,其大小即为这条线段的长度。这位同学绕跑道跑了两圈,始点与终点重合,故位移的大小为零。第一个空填 0。

路程是运动物体轨迹的长度,是标量。这位同学跑了两圈共 800m。第二个空填 800。

〔例题 2〕 做匀速直线运动物体的特点是()。

- (A)物体的位移不变; (B)物体的速度不变;
(C)物体的路程不变; (D)物体的速率不变。

解:(A),(C)没有阐述时间概念,存在逻辑错误;(D)只说明了做匀速直线运动物体的一个方面。做匀速直线运动物体的特点是速度不变。

选(B)。

〔例题 3〕 汽车由 A 城到 B 城的速度是 54km/h,由 B 城返回 A 城的速度是 72km/h,则汽车往返的平均速率为()。

- (A)17.14m/s; (B)17.5m/s; (C)62.35km/h; (D)63km/h。

解:平均速率是质点经过的路程与所需时间之比。设 A, B 两城间的距离为 s,则汽车由 A 城到 B 城的时间为

$$t_1 = \frac{s}{54}$$

由 B 城返回 A 城所需时间为

$$t_2 = \frac{s}{72}$$

所以汽车往返的平均速率

$$\bar{v} = \frac{2s}{t_1 + t_2} = \frac{2s}{\frac{s}{54} + \frac{s}{72}} = \frac{2 \times 54 \times 72}{54 + 72} = 61.71(\text{km/h}) = 17.14(\text{m/s})$$

选(A)。

〔例题 4〕 下列说法正确的是()。

- (A)运动物体的速度大,它的加速度一定大;
(B)物体的速度变化大,它的加速度一定大;
(C)若物体的加速度为零,则物体的速度必为零;
(D)若物体的加速度为零,则物体速度的改变量为零。

解:物体的加速度是速度的变化率。对于匀变速直线运动,加速度是速度的变化量($v_t - v_0$)与所需时间 t 之比,所以,物体的加速度和物体某时刻的即时速度没有直接关系,

(A), (C)错。(B)只说明速度的变化,而没有说明发生变化所需时间,亦不对。物体的加速度为零,必有速度的改变量($v_t - v_0$)为零。

选(D)。

〔例题 5〕 物体由静止开始做匀加速直线运动,第 1s 末的速度为 1m/s,求:

(1)第 2s 末,第 3s 末的速度;

(2)物体在 1s 内、2s 内、3s 内所通过的路程;

(3)物体在第 1s 内、第 2s 内、第 3s 内所通过的路程。

解:对于 $v_0 = 0$ 的匀加速直线运动

$$v_t = at$$

$$s_t = \frac{1}{2}at^2$$

有

$$v_1 : v_2 : v_3 : \cdots : v_n = 1 : 2 : 3 : \cdots : n$$

$$s_1 : s_2 : s_3 : \cdots : s_n = 1 : 4 : 9 : \cdots : n^2$$

$$s_{0-1} : s_{1-2} : s_{2-3} : \cdots : s_{(n-1)-n} = 1 : 3 : 5 : \cdots : (2n-1)$$

(1)物体在第 1s 末速度 $v_1 = 1(\text{m/s})$

则物体在第 2s 末、第 3s 末的速度为

$$v_2 = 2v_1 = 2(\text{m/s})$$

$$v_3 = 3v_1 = 3(\text{m/s})$$

(2)物体在 1s 内的位移

$$s_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{1}{2} \frac{v_1 - v_0}{t} = 0.5(\text{m})$$

则物体在 2s 内、3s 内的位移

$$s_2 = 4s_1 = 2(\text{m})$$

$$s_3 = 9s_1 = 4.5(\text{m})$$

(3)物体在第 1s 内的位移

$$s_{0-1} = s_1 = 0.5(\text{m})$$

则物体在第 2s 内、第 3s 内的位移

$$s_{1-2} = 3s_{0-1} = 1.5(\text{m})$$

$$s_{2-3} = 5s_{0-1} = 2.5(\text{m})$$

〔例题 6〕 一物体做直线运动,在 2s 内其加速度由 4m/s^2 下降为零。物体在此 2s 内做的是()。

(A)加速运动; (B)减速运动; (C)匀速运动; (D)条件不充分,无法判断。

解:加速度是描述物体速度变化快慢的物理量,它不能直接反映速度的大小。加速度的概念与速度混淆,认为加速度减小速度也减小,加速度为零速度也为零是学生容易犯的错误。对于本题,虽物体的加速度在 2s 内由 4m/s^2 减小为零,但速度是不断增加的,加速度下降说明速度增加的越来越慢。为零时,速度将不再增加。

选(A)。

〔例题 7〕 物体做直线运动,其规律如图 1-1 所示。物体在 4s 内的位移是_____m。

解:方法一:利用公式。

由图 1-1 可知,物体在前 3s 内的运动是初速度为 2m/s ,末速度为 4m/s 的匀加速直线运动。

$$a_{0-3} = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{4 - 2}{3} = 0.667 (\text{m/s}^2)$$

$$s_{0-3} = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$= 2 \times 3 + 0.5 \times 0.667 \times 3^2 = 9 (\text{m})$$

物体在第 4s 初开始做匀减速直线运动。

$$a_{3-5} = \frac{0 - 4}{2} = -2 (\text{m/s}^2)$$

则第 4s 内的位移

$$s_{3-4} = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$= 4 \times 1 + 0.5 \times (-2) \times 1^2$$

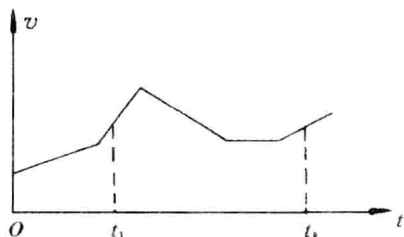
$$= 3 (\text{m})$$

物体在前 4s 内的位移

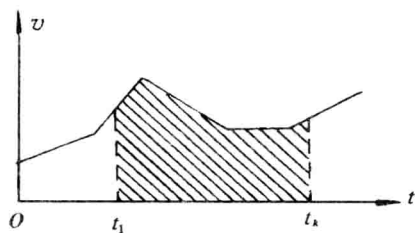
$$s = s_{0-3} + s_{3-4} = 9 + 3 = 12 (\text{m})$$

方法二:利用图象

由 $v-t$ 图的几何意义可知,物体在某时间内的位移是对应时间与运动曲线所围成曲边梯形的面积。



(a)



(b)

图 1-2

例如,若图 1-2(a)是某物体的运动规律($v-t$ 图),则图 1-2(b)中阴影部分的面积即是物体在 t_i 到 t_k 时间内的位移。

本题中,前 4s 内的位移即图 1-3 中阴影部分的面积,则

$$s_{0-4} = \frac{(2+4) \times 3}{2} + \frac{(2+4) \times 1}{2} = 12 (\text{m})$$

显然,此类型的题目用方法一比用方法二简单的多。

〔例题 8〕一质点由 A 出发,沿直线 AB 运动,行程的前一部分是加速度为 a 的匀加速运动,后一部分做匀减速运动,加速度为 a' ,抵达 B 时正好停止。若 AB 的长度为 s ,试证质点由 A 到 B 所需的时间为

$$t = \sqrt{\frac{2s(a+a')}{aa'}}$$

证:由题意,做质点的 $v-t$ 图如图 1-4 所示。

设前一部分位移为 s_1 ,所用时间为 t_1 ,末速度 v ;后一部分的位移为 s_2 ,所需时间 $(t-t_1)$,初

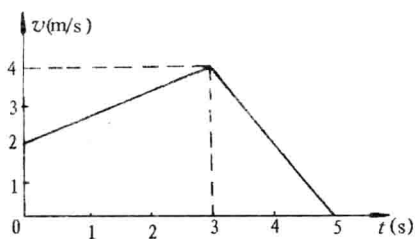


图 1-1

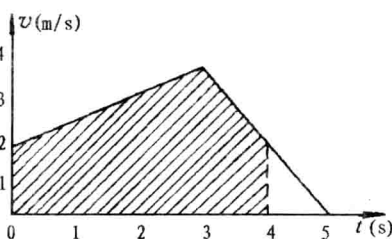


图 1-3

速度 v 。由题意得

$$v = at_1 = a'(t - t_1)$$

即

$$t_1 = \frac{a'}{a + a'} t$$

利用 $v-t$ 图面积计算位移

$$s = s_1 + s_2 = \frac{1}{2} v t = \frac{1}{2} a t_1 t$$

$$s = \frac{1}{2} a \left(\frac{a'}{a + a'} t \right) t = \frac{1}{2} \frac{a a'}{a + a'} t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2s(a + a')}{a a'}}$$

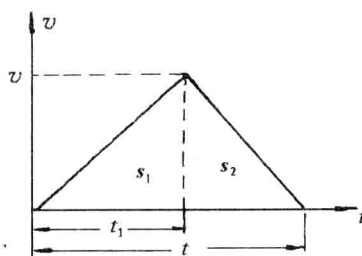


图 1-4

〔例题 9〕 小球 A 从高为 $h = 10\text{m}$ 的屋顶自由落下,与此同时,在 A 的正下方小球 B 以初速度 $v_0 = 25\text{m/s}$ 自地面竖直向上抛出。不计空气的阻力, A, B 能否相遇? 若相遇,求相遇时的时间和高度。($g = 10\text{m/s}^2$)

解:由题意可知,以地面为原点,竖直向上为正,则小球 A, B 的位移分别是

$$x_A = h - \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

$$x_B = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

若两小球相遇,则应满足

$$x_A = x_B; \quad x_A > 0$$

令 $x_A = x_B$, 则

$$h = v_0 t$$

$$t = \frac{h}{v_0} = 0.4(\text{s})$$

代入①式

$$x_A = h - \frac{1}{2} g t^2 = 8(\text{m}) > 0$$

所以两小球经 0.4s 相遇,相遇处距地面 8m 。

〔例题 10〕 站台上—观察者站在火车的最前端,当火车开动后第一节车厢通过他用了 t 时间,若火车为匀加速直线运动,第 n 节厢驶过此人所用的时间是()。

(A) $(\sqrt{n} + \sqrt{n-1})t$;

(B) $(\sqrt{n} - \sqrt{n-1})t$;

(C) $\left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n-1} \right) t$;

(D) $\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n-1} \right) t$ 。

解:由运动学公式

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

火车的运动是初速度为零的匀加速直线运动,所以

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

如图 1-5,有

$$\frac{s_1}{s_n} = \frac{1}{n l} = \frac{t_1^2}{t_n^2}; \quad \frac{s_1}{s_{n-1}} = \frac{1}{(n-1) l} = \frac{t_1^2}{t_{n-1}^2}$$

所以

$$t_n = \sqrt{nt^2} = \sqrt{n}t$$

$$t_{n-1} = \sqrt{(n-1)t^2} = \sqrt{n-1}t$$

则第 n 节车厢驶过所需时间为

$$t_n - t_{n-1} = (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})t$$

选(B)。

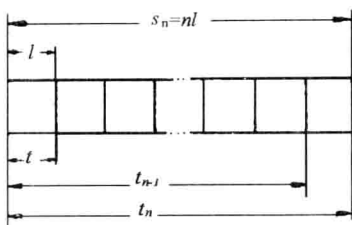


图 1-5

〔例题 11〕 有一气球以 5m/s 的速度匀速上升,在离地面后 30s 落下一物体,取 $g=10\text{m/s}^2$,求:

(1)此物体经过多长时间后落地?

(2)物体落地时的速度是多大?

解:首先应明确物体的物理过程,物体开始前 30s 内和气球一起上升,与气球具有相同的速度,脱离气球后(30s 后),物体的运动为初速度 $v_0=5\text{m/s}$ 的竖直上抛运动。再有,抛出时距离地面已有一段高度,这段高度可由气球 30s 的匀速运动求得。

解法一:分段法。

如图 1-6 所示,将物体的运动过程分为两段,第一段物体从 O 点以初速度 $v_0=5\text{m/s}$,上升到最高点 A ,路程 $OA=h_1$,时间 $t=t_1$,物体做匀速直线运动,由运动学公式

$$0 = v_0 - gt_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g} = 0.5(\text{s})$$

第二段由 A 到 B ,物体做自由落体运动, $AB=h_2$, $t=t_2$, $h=\frac{1}{2}gt_2^2$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{2(h_1+h_2)} = \sqrt{\frac{v_0^2 + 2gh}{g}} = 5.5(\text{s})$$

物体从离开气球到落地的时间为

$$t = t_1 + t_2 = 6(\text{s})$$

物体落地时的速度

$$v_0 = gt^2 = 10 \times 5.5 = 55(\text{m/s})$$

方向向下。

解法二:全过程法。

取 O 为原点,向上为正方向的坐标系。物体的全过程 $O \rightarrow A \rightarrow B$ 做加速度为 $g=-10\text{m/s}^2$ 的匀减速直线运动。由公式

$$h = v_0t + \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

$$\text{得} \quad gt^2 + 2v_0t - 2h = 0$$

$$\text{即} \quad 10t^2 - 10t - 300 = 0$$

$$\text{得} \quad t = 6(\text{s}) (t = -5 \text{ 舍去})$$

$$v_t = v_0 + gt = 5 - 10 \times 6 = -55(\text{m/s}) \quad (2)$$

负值表示方向向下。

解法二较解法一简单。

〔例题 12〕 物体做匀减速直线运动,初速度为 10m/s ,加速度大小为 5m/s^2 ,方向与初速

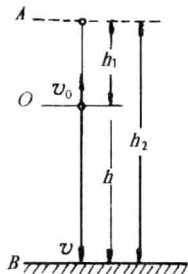


图 1-6

度方向相反,求:

(1)物体什么时候位移最大?最大位移是多少?

(2)物体经过距其为 6.4m 处的速度和所需时间是多少?

解:以出发点为原点,以初速度方向为正方向。

(1)由位移公式

$$s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$$

得

$$s=10t-2.5t^2$$

由数学知识可知,当 $t=\frac{10}{2\times 2.5}=2(\text{s})$ 时, s 有最大值

最大值

$$s_{max}=10\times 2-2.5\times 4=10(\text{m})$$

由速度公式

$$v_t^2-v_0^2=2as$$

得 $v_t=\pm\sqrt{100+2\times(-5)6.4}=\pm(\text{m/s})$

正值为第一次通过 $s=6.4\text{m}$ 时的速度,负值为返回时的速度,两次通过的速度大小相同,方向相反。

由速度公式

$$v_t=v_0+at$$

第二次通过的时间

$$t_1=\frac{v_t-v_0}{a}=\frac{6-10}{-5}=0.8(\text{s})$$

第二次返回通过所需的时间

$$t_2=\frac{-6-10}{-5}=3.2(\text{s})$$

解题时应注意:位移、速度、加速度均为矢量,应用相关公式解题时首先确定正方向,与此方向相同的已知量代正值;与其相反的量代负值。解出的物体量,正的与规定的正方向相同,负的相反。这样可得其正解。初学的同学只要把握这种规律,便避免在求解矢量上出错。

〔例题 13〕自由落体运动的物体最后 1s 内通过的距离是 1m,那么整个高度是多少? ($g=10\text{m/s}^2$)

解:以物体起落点为原点,向下为正方向。设整个高度为 h ,落体所需时间为 t 。

由自由落体公式及题意

$$h=\frac{1}{2}gt^2 \quad \textcircled{1}$$

$$h-1=\frac{1}{2}g(t-1)^2 \quad \textcircled{2}$$

将①代入②得

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

$$t=0.6(\text{s})$$

代入①,得整个落下的高度为

$$h = 0.5 \times 10 \times 0.6^2 = 1.8(\text{m})$$

〔例题 14〕 将自由落体运动过程的总位移均匀地分成三段,这三段内所需时间之比为____。若将其过程所需的总时间均匀地分成三段,落体通过这三段时间所发生的位移之比为____。

解:(1)设落体通过的每一相等的位移为 s ,则由自由落体位移公式

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

第一段位移所需时间 $\Delta t_1 = t_1 = \sqrt{\frac{2s}{g}}$

通过第一段和第二段所用的时间,由

$$s_2 = 2s = \frac{1}{2}gt^2$$

第二段所需时间 $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = \sqrt{\frac{4s}{g}} - \sqrt{\frac{2s}{g}} = (\sqrt{2} - 1)\Delta t_1$

同理,第三段所需时间 $\Delta t_3 = \sqrt{\frac{6s}{g}} - \sqrt{\frac{4s}{g}} = (\sqrt{3} - \sqrt{2})\Delta t_1$

三段所需时间之比为 $1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$

由此可以导出,若分成相等的几段,落体通过每段的时间比为

$$1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$$

(2)将总时间分成三段,设每段时间为 t

第一段的位移 $\Delta s_1 = s_1 = \frac{1}{2}gt^2$

第二段的位移 $\Delta s_2 = s_2 - s_1 = \frac{1}{2}g(2t)^2 - \frac{1}{2}gt^2 = \frac{3}{2}gt^2$

第三段的位移 $\Delta s_3 = s_3 - s_2 = \frac{5}{2}gt^2$

将落体的总时间分为相等的三段,三段时间内落体的位移比为

$$\Delta s_1 : \Delta s_2 : \Delta s_3 = 1 : 3 : 5$$

〔例题 15〕 一人以 $v_0 = 24.5\text{m/s}$ 的速度竖直向上抛出一物体,0.5s 后,又以相同的速度竖直向上抛出另一物体,那么,第二个物体抛出多长时间后两物体相遇? 相遇时距人多高?

解:以人为计时起点,向上为正。设第二个物体抛出后 t 秒两物体相遇,相遇时距人的高度为 h 。

由位移公式,两物体的运动方程为

$$x_1 = v_0(t + 0.5) - \frac{1}{2}g(t + 0.5)^2$$

$$x_2 = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$$

相遇条件为 $x_1 = x_2 = h$, 因此

$$0.5v_0 - 0.125g - 0.5gt = 0$$

$$t = 2.25(\text{s})$$

代入位移公式

$$h = x_2 = 24.5 \times 2.25 - 0.5 \times 9.8 \times 2.25^2 = 30.3(\text{m})$$

高度在人上方 30.3m 处。

〔例题 16〕 甲乙两车沿一条直线一前一后做匀速直线运动,甲车在前,速度为 $v_1=8\text{m/s}$,乙车在后,速度 $v_2=16\text{m/s}$ 。当甲乙两车相距 16m 时,乙车司机发现甲车并立即刹车,若避免两车相撞,乙车刹车的加速度的大小至少应是多少?

解:解法一:过程分析解题法。

乙车所以会追上甲车,是因为它的速度大于甲车,如果在相撞前它的速度就已减到等于甲车的速度,就不会相撞。

设乙车的加速度为 a 时,刚好能撞上甲车,所需时间为 t ,则由运动公式

$$x_1 = v_1 t \quad \text{①}$$

$$x_2 = v_2 t - \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{②}$$

$$x = x_2 - x_1 = (v_2 - v_1) t - \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{③}$$

由分析可知,乙车与甲车相撞时,其速度和甲车相同,有

$$v_1 = v_2 - a t$$

$$t = \frac{v_2 - v_1}{a}$$

代入③式

$$x = (v_2 - v_1) \frac{v_2 - v_1}{a} - \frac{1}{2} a \left(\frac{v_2 - v_1}{a} \right)^2 = \frac{(v_2 - v_1)^2}{2a}$$

$$a = \frac{(v_2 - v_1)^2}{2x} = \frac{(16 - 8)^2}{2 \times 16} = 2 (\text{m/s}^2)$$

即:若乙车至少以 2m/s^2 的加速度刹车,就不会相撞。

解法二:相对运动解题法。

以乙车作参照物,刹车前,甲车以 $(v_2 - v_1) = (16 - 8) = 8 (\text{m/s})$ 的速度向乙车运动,乙车刹车时,两车的距离为 $x = 16\text{m}$,若避免相撞,至少在相对距离等于 16m 之前,两车的相对速度为零。

若两车刚好相碰,甲车相对于乙车的运动初速度为 8m/s ,末速度为 0,位移为 16m 的匀变速直线运动。

设甲车相对于乙车的加速度为 a' ,则由运动学公式

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a's$$

得

$$a' = \frac{8^2}{2 \times 16} = 2 (\text{m/s}^2)$$

乙车的加速度数值上等于甲车相对乙车的加速度,即

$$a = a' = 2 (\text{m/s}^2)$$

显然,正确理解运动的相对性,可以使有关相对运动的问题简单许多。

三、练习题

1. 填空题

(1)运动的基本形式有_____和_____两种。

(2)当你坐在教室里听课时,以_____为参照物,你是运动的。

(3)矢量是由_____和_____两因素决定的。

(4)一位同学在半径为 50m 的圆形跑道上跑了 5 圈,这位同学位移的大小是_____,路程是_____。

(5)在百米赛跑中,某运动员在 11s 末到达终点,这 11s 末是指_____。(时间;时刻)

(6)子弹以 600m/s 的速度从枪筒飞出,这里说的速度是_____。(平均速度;即时速度)

(7)物体做匀加速直线运动,当加速度逐渐减小,最后为零则物体在这段时间内,其速度的变化是_____,最后_____。

(8)物体从静止开始做匀加速直线运动,第 1s 内通过的位移是 1m,则物体的加速度是_____ m/s^2 ,前 3s 内的位移是_____ m,第 3s 内的位移是_____ m,第 4s 初的速度是_____ m/s ,前 3s 内的平均速度是_____ m/s ,第 3s 内的平均速度是_____ m/s 。

(9)物体从光滑的斜面顶端由静止开始下滑,滑到 midpoint 时,运动的时间为 t ,滑到底端的时间是_____,滑到 midpoint 时运动的速度为 v ,滑到底端时的速度是_____。

(10)静止的物体_____不变,做匀速直线运动的物体_____不变,做匀变速直线运动的物体_____不变。

(11)一人竖直向上抛出一物体,经过 4s 后又回到这个人的手中,则这人给物体的初速度为_____ m/s ,物体所达到的高度_____ m。

(12)一质点以 1m/s^2 的加速度从静止开始运动。质点在第 1s 末的速度是 1m/s _____,第 2s 末的速度是 2m/s _____,它在第 1s 内的位移是 1m _____,第 2s 内的位移是 1m _____。(对;错)

(13)轻重不同的两个物体,在同一地方,从同一高度自由下落到地面上,所用时间_____,两个物体的加速度_____。(相同;不相同)

(14)一竖直上抛运动的物体,向上运动时,物体速度的方向_____,加速度的方向_____。其到达最高点时,速度为_____,加速度为_____。向下运动时,加速度大小为_____,方向_____。

(15)在距地面 39.2m 的高处竖直向下以 9.8m/s 的速度抛出一小球,则小球落地时的速度为_____ m/s 。

2. 选择题

(1)竖直上抛的物体达到最高点时()。

- (A)速度为零,加速度为零; (B)速度为零,加速度向上;
(C)速度为零,加速度向下; (D)速度向上,加速度为零。

(2)某人由甲地到乙地,以 1.5m/s 的速度走完全程的四分之三,余下的路程他将速度提高到 2m/s ,则这个人由甲地到乙地的平均速度为()。

- (A) 1.75m/s ; (B) 1.6m/s ; (C) 1.88m/s ; (D) 1.63m/s 。

(3)甲乙两物体都做匀加速直线运动,且甲的加速度大于乙的加速度,那么()。

- (A)在任何时刻甲的速度一定大于乙的速度; (B)甲的初速度一定大于乙的初速度;
(C)甲速度的变化比乙速度的变化大; (D)甲速度的变化比乙速度的变化快。

(4)跳伞运动员从高空跳下,先自由下落一段时间,然后打开伞匀速下降,那么跳伞运动员()。

- (A)自由下落时,速度越来越大,加速度也越来越大;

- (B)自由下落时,速度越来越大,但加速度不变;
 (C)自由下落时,速度越来越大,但加速度越来越小;
 (D)自由下落过程中的速度比匀速下落时的大。

(5)汽车做匀减速直线运动,其初速度为 v_0 ,到停止时经过的距离是 s 。当车速减至 $\frac{v_0}{2}$ 时驶过的距离是()。

- (A) $\frac{1}{2}s$; (B) $\frac{1}{4}s$; (C) $\frac{3}{4}s$; (D) $\frac{1}{\sqrt{2}}s$ 。

(6)物体从静止开始做匀加速直线运动,在第1s内的位移是1m,这个物体的()。

- (A)加速度是 1m/s^2 ; (B)第1s内的平均速度为 1m/s ;
 (C)第1s末的速度为 0.5m/s ; (D)第1s末的速度是 1m/s 。

(7)物体做匀加速直线运动,第2s末的速度是 3m/s ,第5s末的速度是 6m/s ,则物体的初速度为()。

- (A) 0m/s ; (B) 1m/s ; (C) 2m/s ; (D) 3m/s 。

(8)判断一个物体运动性质的主要依据是()。

- (A)初速度; (B)末速度; (C)位移; (D)加速度。

(9)一个由静止出发作匀加速直线运动的物体,在第1s内的位移为 s ,那么在第 n 秒内的位移是()。

- (A) n^2s ; (B) $(2n-1)s$; (C) $(n^2-1)s$; (D)以上结论都不对。

(10)物体通过两个连续相等位移的平均速度分别为 $v_1=10\text{m/s}$, $v_2=15\text{m/s}$,则物体在整个运动过程中的平均速度是()。

- (A) 12.5m/s ; (B) 11.75m/s ; (C) 12m/s ; (D) 13.75m/s 。

(11)骑自行车人下坡,第1s内通过1m,第2s内通过2m,第3s内通过3m,则下列判断正确的是()。

- (A)此运动不可能是匀变速直线运动;
 (B)此运动不可能是初速为零的匀变速运动;
 (C)此运动可能是匀变速直线运动,加速度是 1m/s^2 ,初速度为零;
 (D)此运动可能是匀变速直线运动,加速度是 1m/s^2 ,初速度不是零。

(12)甲乙两个物体,甲的质量是乙的2倍,甲从距地面 h 处乙从 $2h$ 处同时自由落下,不计空气摩擦,则()。

- (A)甲乙同时落地;
 (B)甲落地时的速度是乙落地时速度的2倍;
 (C)甲从开始的落地所需的时间是乙的一半;
 (D)以上结论都不对。

(13)物体从静止开始做匀加速直线运动,则下列说法不正确的是()。

- (A)它在第1s内的位移,其数值等于加速度数值的一半;
 (B)它在连续相等时间内的位移之比是 $1:4:9$;
 (C)它通过的位移和时间的平方成正比;
 (D)它在第1s内的平均速度等于第2s内初速度的一半。

(14)物体做匀加速直线运动,已知加速度为 2m/s^2 ,那么,在任意1s内()。