

西安交通大学对口支援新疆大学系列教材项目

《基础物理练习册》

分析与解答

凌海秋 武宝山

阿合买提江·买买提 艾尔肯·阿不列木

艾买提·尼牙孜 张 伶 姜 轶



7280



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

西安交通大学对口支援新疆大学系列教材项目

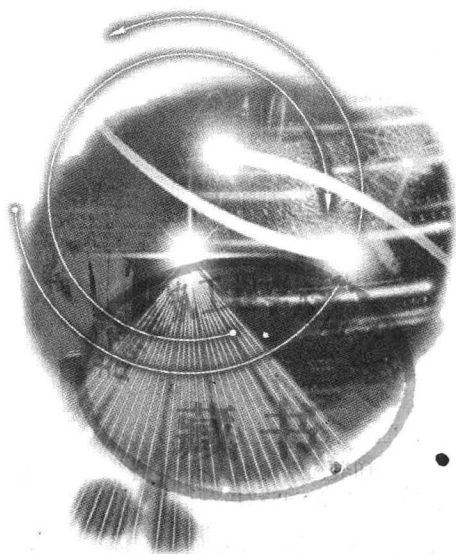
《**基础物理练习册**》

分析与解答

凌海秋 武宝山

阿合买提江·买买提 艾尔肯·阿不列木

艾买提·尼牙孜 张 伶 姜 轶



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容摘要

本书是新疆大学《基础物理教程》的配套教学辅导书。本书按章节顺序对《基础物理练习册》中的习题进行分析并予以解答,以启发学生的思维,巩固所学知识,拓展解题思路,并通过讨论使学生进一步明确计算结果的物理意义。

本书可供教授与学习基础物理课程的师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

《基础物理练习册》分析与解答/凌海秋等编著.

—西安:西安交通大学出版社,2011.2

ISBN 978-7-5605-3801-3

I. ①基… II. ①凌… III. ①物理学-高等学校-教学参考资料 IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 249493 号

书 名 《基础物理练习册》分析与解答
编 著 凌海秋 等
责任编辑 刘雅洁 叶 涛

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本 880mm×1230mm 1/32 印张 4 字数 109 千字
版次印次 2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3801-3/O·352
定 价 8.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

在物理课程学习中,练习训练是不可缺少的环节。计算题的演算,可以加深学生对物理学基本概念和基本规律的理解,提高学生分析问题和解决问题的能力;思考题的解答,可以使学生能自我检测对基本概念和基本规律的掌握情况,启发学生正确运用基本规律解释物理现象和有关问题。

为了使学生从不同方面,不同层次理解教程各章的基本知识点,便于教师教学,《基础物理教程》的主编和参编人员,精心编写了含单选、填空、计算和证明等多种题型的《基础物理练习册》。在使用中我们感到,部分学生由于表达能力所限,解题存在一定的困难。例如,解题过程缺乏分析、表达不够准确,不善于选择、填空题的解答等。

本书汇集了《基础物理练习册》中的所有习题,内容注重分析,帮助学生理清思路,正确运用概念和公式,以求解题时思路明晰、逻辑正确、推理严密。本书力求通过对选择题的判断过程,填空题分析思考,使学生对相关的物理规律有进一步的认识;结合计算题和证明题的解题方法和技巧的介绍和运用,拓宽学生解题思路。

本书是《基础物理教程》立体化教材建设的一个重要组成部分,在整个编写过程中得到了西安交通大学出版社资助,同时也得到了新疆大学物理学院广大教师的热情关注和支持,在此,向他们表示由衷地感谢。

编 者

2010年12月于乌鲁木齐

目 录

第 1 章	物体的运动	(1)
第 2 章	牛顿运动定律	(14)
第 3 章	功和功率 机械能守恒定律	(26)
第 4 章	动量 动量守恒定律	(36)
第 5 章	机械振动和机械波	(47)
第 6 章	分子热运动 气体性质	(56)
第 7 章	电场	(65)
第 8 章	电流和电路	(75)
第 9 章	磁 场	(84)
第 10 章	电磁感应	(95)
第 11 章	光的性质 几何光学	(105)
第 12 章	原子核物理	(111)

第1章 物体的运动

一、单选题

1. 关于位移和路程,正确的说法是 【 】
- A. 位移和路程的数值一定相等。
- B. 在直线运动中,路程和位移的大小相等。
- C. 在直线运动中,当运动方向不变时,位移的大小与路程相等。
- D. 对于曲线运动,位移的大小与路程一定不相等。

分析与解 位移是由起点到终点的有向线段,路程是质点实际运动的轨迹长度,一般情况下位移的大小和路程不相等。直线运动时,当运动方向不变,位移大小与路程相等;但如果运动方向改变,位移大小与路程不相等。一般情况下曲线运动的位移大小和路程不等,但时间很短时,物体的位移大小与路程相等。

答案 【C】

2. 关于速度和加速度,不正确的说法是 【 】
- A. 物体的加速度不为零时,其速度可能为零。
- B. 物体的加速度为零时,其速度可能不为零。
- C. 物体的加速度增大时,其速度不一定增大。
- D. 物体的加速度减小时,其速度一定减小。

分析与解 本题是选择不正确的选项。加速度是描述速度变化快慢的物理量,因此某一瞬时的加速度与速度大小之间无联系。加速度方向与速度方向相同时,速度增加,此时即使加速度减小,速度仍然增加,只是增加幅度变小。反之,同理。

答案 【D】

3. 在距地面 5 m 高处,以初速度 4 m/s 向上抛出一个物体。如果

以抛出点为坐标原点并开始计时,取向下为 y 轴的正方向,物体在任意 t 时刻的位置和速度为

【 】

- A. $y=4t+4.9t^2, v=4-9.8t$
- B. $y=-4t+4.9t^2, v=-4+9.8t$
- C. $y=5-4t+4.9t^2, v=4-9.8t$
- D. $y=-5+4t+4.9t^2, v=-4+9.8t$

分析与解 由于速度和加速度都为矢量,在直线运动时,可以用正负表示方向。根据本题的坐标系,有 $y_0 = 0, t_0 = 0$, 初速向上为负,加速度 g 向下为正,即 $v_0 = -4 \text{ m/s}, a = g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 。

得 $v = v_0 + at = -4 + 9.8t$,

$$y = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = -4t + 4.9t^2$$

答案 【B】

4. 某质点的运动方程为 $x=3t^2-5t+6$ (SI), 则该质点的运动是

【 】

- A. 变加速直线运动。
- B. 曲线运动。
- C. 匀加速直线运动。
- D. 匀速直线运动。

分析与解 由于质点的位置只是 x 随时间变化,说明质点是在 x 轴运动,因此质点做直线运动。并且运动方程中坐标是时间的二次函数,可以判定该质点做匀变速直线运动。

答案 【C】

5. 物体从静止开始做匀加速直线运动,在第 1 s 内的位移是 1 m。那么,这个物体

【 】

- A. 加速度是 1 m/s^2 。
- B. 第 1 s 末的速度是 2 m/s 。
- C. 第 1 s 内的平均速度是 2 m/s 。
- D. 第 2 s 内的平均速度是 2 m/s 。

分析与解 由于质点做匀加速直线运动,第1 s内时间为1 s,

由位移 $s_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}a = 1 \text{ m/s}$

加速度 $a = 2 \text{ m/s}^2$

第1 s末的速度 $v_1 = at_1 = 2 \text{ m/s}$

第1 s内的平均速度 $\bar{v}_1 = \frac{s_1}{t_1} = 1 \text{ m/s}$

第2 s末的速度 $v_2 = at_2 = 4 \text{ m/s}$

第2 s内(1~2 s)的平均速度

解法 1 $\bar{v}_2 = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{2 + 4}{2} = 3 \text{ m/s}$

解法 2 0~2 s内位移

$$s_2 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 4 \text{ m}$$

第2 s内的位移

$$\Delta x_2 = s_2 - s_1 = 3 \text{ m}$$

第2 s内的平均速度

$$\bar{v}_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{3}{1} = 3 \text{ m/s}$$

答案 【B】

6. 一个物体以初速度 v_0 水平抛出,落地时的速度大小为 v ,则物体做平抛运动的时间是 **【 】**

A. $\frac{\sqrt{v^2 - v_0^2}}{g}$

B. $\frac{v - v_0}{g}$

C. $\frac{v^2 - v_0^2}{g}$

D. $\frac{v^2 - v_0^2}{2g}$

分析与解 平抛运动的物体,水平方向匀速直线运动,落地时 x 轴方向分速度 $v_x = v_0$; y 轴方向分速度 $v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2} = \sqrt{v^2 - v_0^2}$ 。

竖直方向做自由落体运动,有 $v_y = gt$

落地所需时间 $t = \frac{1}{g} \sqrt{v^2 - v_0^2}$

答案 【A】

7. 关于圆周运动的加速度,正确的说法是 【 】

- A. 变速圆周运动是速度的大小在变化的圆周运动,一定存在切向加速度,所以变速圆周运动的加速度不是指向圆心。
B. 圆周运动的物体由于速度方向不断变化,一定存在切向加速度。
C. 圆周运动的物体加速度方向都是指向圆心的。
D. 匀速圆周运动是速度均匀不变的圆周运动,所以加速度为零。

分析与解 速度方向变化一定存在法向加速度,速度大小变化一定存在切向加速度。圆周运动时,速度的方向时刻变化,一定存在法向加速度,即加速度一定不为零;匀速圆周运动时速度大小不变,切向加速度为零,只有法向加速度,加速度指向圆心;但是变速圆周运动时,由于速度的大小在变化,一定存在切向加速度,由切向加速度和法向加速度合成的加速度,方向不是指向圆心的。

答案 【A】

二、填空题

1. 物体做初速度 $v_0 = -2.0 \text{ m/s}$ 、加速度 $a = 1.0 \text{ m/s}^2$ 的匀加速直线运动。则物体 3 s 末的瞬时速度 $v_3 =$ _____; 头 3 s 的位移为 _____、路程为 _____ 和平均速度为 _____; 第 4 s 内的位移为 _____ 和平均速度为 _____。

分析与解 匀变速直线运动的速度 $v = v_0 + at$

$$3 \text{ s 末的瞬时速度 } v_3 = v_0 + at = -2 + 3 = 1 \text{ m/s}$$

$$3 \text{ s 末的坐标位置 } x_3 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = -6 + 4.5 = -1.5 \text{ m}$$

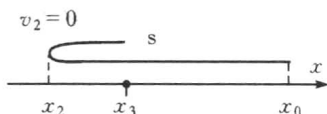
$$\text{头 3 s 末的位移 } \Delta x_3 = x_3 - 0 = -1.5 \text{ m}$$

$t_0 = 0$ 时, $v_0 = -2.0 \text{ m/s} < 0$; $t_3 = 3 \text{ s}$ 时, $v_3 = 1.0 \text{ m/s} > 0$, 说明物体运动方向发生变化。掉头处, 速度 $v = 0$, 解得 $v = -2 + t = 0$, 即 $t = 2 \text{ s}$ 时物体开始掉头。

$$x_2 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = -4 + 2 = -2 \text{ m}$$

头 3 s 的路程

$$\begin{aligned}s_3 &= |x_2 - 0| + |x_3 - x_2| \\ &= 2 + 0.5 = 2.5 \text{ m}\end{aligned}$$



头 3 s 的平均速度

$$\bar{v}_3 = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{-1.5}{3} = -0.5 \text{ m/s}$$

4 s 时的位置

$$x_4 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = -2 \times 4 + \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 = -8 + 8 = 0$$

第 4 s 内的位移 $\Delta x_4 = x_4 - x_3 = 1.5 \text{ m}$

第 4 s 内的平均速度 $\bar{v}_4 = \frac{\Delta x_4}{\Delta t} = \frac{1.5}{1} \text{ m/s}$

答案 1.0 m/s; -1.5 m、2.5 m 和 -0.5 m/s; 1.5 m 和 1.5 m/s。

2. 某质点的运动方程为 $x=2t^2-6$ (SI), 则该质点在 $t=1 \text{ s}$ 时的位置为 _____, 从 $t_1=1 \text{ s}$ 到 $t_2=4 \text{ s}$ 的位移为 _____, 平均速度为 _____。

分析与解 运动方程给出了质点任意时刻的位置

$$t=1 \text{ s 时的位置} \quad x_1 = 2 \times 1^2 - 6 = -4 \text{ m/s}$$

$$t=4 \text{ s 时的位置} \quad x_4 = 2 \times 4^2 - 6 = 26 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ s 到 } 4 \text{ s 的位移} \quad \Delta x = x_4 - x_1 = 26 + 4 \text{ m} = 30 \text{ m}$$

$$\text{平均速度} \quad \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30}{3} = 10 \text{ m/s}$$

答案 -4 m, 30 m, 10 m/s。

3. 由高空一静止的气球上以 100 m/s 的速度水平抛出一个物体, 经过 20 s 到达地面, 气球的高度为 _____, 物体到达地面时的速度为 _____。

分析与解 物体做平抛运动, 竖直方向为自由落体运动, 气球的高度

$$h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 400 = 1960 \text{ m}$$

物体到达地面时竖直方向的分速度

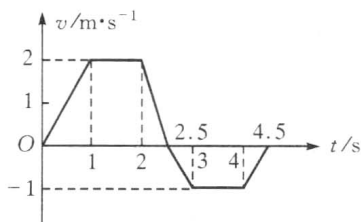
$$v_y = gt = 9.8 \times 20 = 196 \text{ m/s}$$

由于水平方向做匀速直线运动,物体到达地面时的速度

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{100^2 + 196^2} = 220 \text{ m/s}$$

答案 1960 m, 220 m/s。

4. 一质点沿 x 轴做直线运动, 其 $v-t$ 曲线如图所示, 若 $t=0$ 时, 质点位于坐标原点, 则 $t=4.5 \text{ s}$ 时, 质点在 x 轴上的位置为 _____; 其中 _____、_____ 时间段, 速度与加速度方向相同; $2 \sim 2.5 \text{ s}$ 时间内加速度为 _____。



填空题 4

分析与解 解法 1

$$0 \sim 1 \text{ s} \quad v_0 = 0, v = 2 \text{ m/s}$$

$$a_1 = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{2 - 0}{1} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 = 1 \text{ m}$$

$$1 \sim 2 \text{ s} \quad \Delta x_2 = vt = 2 \times 1 = 2 \text{ m}$$

$$2 \sim 2.5 \text{ s} \quad v_0 = 2 \text{ m/s}, v = 0$$

$$a_3 = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{0 - 2}{0.5} = -4 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} \Delta x_3 &= v_0 t + \frac{1}{2} a_3 t^2 = 2 \times 0.5 + \frac{1}{2} \times (-4) \times 0.5^2 \\ &= 0.5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$2.5 \sim 3 \text{ s} \quad v_0 = 0, v = -1 \text{ m/s}$$

$$a_4 = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{-1 - 0}{0.5} = -2 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} \Delta x_4 &= v_0 t + \frac{1}{2} a_4 t^2 = 0 \times 0.5 + \frac{1}{2} \times (-2) \times 0.5^2 \\ &= -0.25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$3 \sim 4 \text{ s} \quad \Delta x_5 = vt = -1 \times 1 = -1 \text{ m}$$

$$4 \sim 4.5 \text{ s} \quad v_0 = -1 \text{ m/s}, v = 0$$

$$a_6 = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{0 + 1}{0.5} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} \Delta x_6 &= v_0 t + \frac{1}{2} a_6 t^2 = -1 \times 0.5 + \frac{1}{2} \times 2 \times 0.5^2 \\ &= -0.25 \text{ m} \end{aligned}$$

则 $t = 4.5 \text{ s}$ 时,质点在 x 轴上的位置

$$\begin{aligned} x &= \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \Delta x_4 + \Delta x_5 + \Delta x_6 \\ &= 1 + 2 + 0.5 - 0.25 - 1 - 0.25 = 2 \text{ m} \end{aligned}$$

解法 2 $v-t$ 图包围的面积,就是质点的位移,其中上半轴为正位移,下半轴为负位移

则 $t = 4.5 \text{ s}$ 时,质点在 x 轴上的位置由两个梯形面积相减得

$$x = \frac{(1+2.5) \times 2}{2} - \frac{(1+2) \times 1}{2} = 3.5 - 1.5 = 2 \text{ m}$$

直线运动速度的正负表示的是方向,当速度负的数值增大时,说明速度在反方向大小增加;当加速度与速度同方向时,速度大小增加;当加速度与速度反向时,速度减小。其中 $0 \sim 1 \text{ s}$ 、 $2.5 \sim 3 \text{ s}$ 时间段,速度大小增加,所以速度与加速度方向相同。

答案 $2 \text{ m}; 0 \sim 1 \text{ s}, 2.5 \sim 3 \text{ s}; -4 \text{ m/s}^2$ 。

5. 地震波既有纵波也有横波。纵波和横波在地表面附近被认为是匀速传播的,传播速度分别是 9.1 km/s 和 3.7 km/s ,在一次地震后,某观测站记录的纵波和横波到达该地的时间差是 8 s ,则震源距该观测站为 _____ km 。

分析与解 设纵波和横波到达该地的时间分别为 t_1, t_2

已知时间差 $t_2 - t_1 = \Delta t$

纵波和横波由震源传播到观测站距离相同,有

$$\begin{aligned} v_2 t_2 &= v_2 (t_1 + \Delta t) = v_1 t_1 \\ (v_2 - v_1) t_1 &= -v_2 \Delta t \end{aligned}$$

$$\text{纵波到达该地的时间 } t_1 = \frac{v_2 \Delta t}{v_1 - v_2} = 5.48 \text{ s}$$

震源距该观测站为 $s = v_1 t_1 = 9.1 \times 5.48 = 49.9 \text{ km}$

答案 49.9 km。

6. 如图所示的皮带传动装置中,主动轮的半径 $r_1 = 30 \text{ cm}$,转速 $n_1 = 80 \text{ r/min}$,从动轮的半径 $r_2 = 6 \text{ cm}$,则从动轮的转速为 _____,周期为 _____;主动轮、从动轮边缘上一点的线速度之比为 _____,向心加速度之比为 _____。

分析与解 皮带传动装置中,主动轮边缘处的速度与从动轮边缘处的速度大小相等,有

$$r_1 n_1 = r_2 n_2$$

从动轮的转速

$$n_2 = \frac{r_1}{r_2} n_1 = \frac{30}{6} \times 80 = 400 \text{ r/min}$$

$$\text{周期 } T = \frac{60}{n_2} = \frac{60}{400} = 0.15 \text{ s}$$

主动轮、从动轮边缘的线速度相等,比值 $v_1 : v_2 = 1 : 1$

$$\text{向心加速度 } a_n = \frac{v^2}{r}$$

$$a_{n1} : a_{n2} = \frac{v_1^2}{r_1} : \frac{v_2^2}{r_2} = \frac{r_2}{r_1} = 1 : 5$$

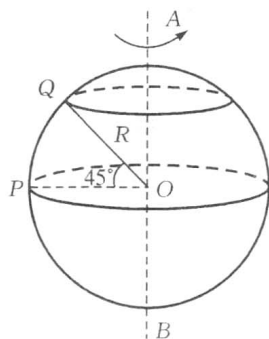
答案 400 r/min; 0.15 s; 1 : 1; 1 : 5。

7. 如图所示,地球的自转可以看作围绕地轴 AB 的匀速转动,则赤道上 P 点和纬度 45° 的 Q 点自转的半径之比为 _____,角速度之比为 _____,线速度之比为 _____。

分析与解 P 点自转的半径为地球半径 R, Q 点自转的半径

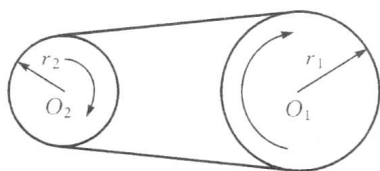
$$r_Q = R \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} R$$

P 点和 Q 点自转的半径之比



填空题 7

填空题 6



$$r_P : r_Q = R : R \cos 45^\circ = \sqrt{2} : 1$$

$$P \text{ 点和 } Q \text{ 点角速度相同, } \omega_P : \omega_Q = 1 : 1$$

$$v_P : v_Q = \omega_P r_P : \omega_Q r_Q = r_P : r_Q = \sqrt{2} : 1$$

$$\text{答案 } \sqrt{2} : 1 : 1 : 1 : \sqrt{2} : 1。$$

三、计算题

1. 一质点做匀变速直线运动,求其加速度的大小和方向。10 s 内速度的变化如下:

(1) 开始时以 $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速度向右运动,最后变为以 $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速度向右运动;

(2) 开始时以 $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速度向左运动,最后变为以 $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速度向右运动。

$$\text{解 } \text{匀变速直线运动的加速度 } a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

设 x 轴向右为正,有

$$(1) v_1 = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, v_2 = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$a_1 = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{6 - 2}{10} = 0.4 \text{ m/s}^2$$

加速度方向向右,大小 $0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

$$(2) v_1 = -2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, v_2 = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$a_2 = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{6 + 2}{10} = 0.8 \text{ m/s}^2$$

加速度方向向右,大小 $0.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

2. 一质点沿 x 轴正方向以 $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速度匀速运动,当它通过 x 轴原点时,原静止于 $x_{20} = 10 \text{ m}$ 处的第二个质点开始以 $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 加速度向原点移动。求:(1) 两质点相遇处;(2) 两质点即将相遇时的速度。

解 设 $t=0$ 时:质点 1 在原点 $x_{10}=0, v_1=3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 匀速运动

质点 2 在 $x_{20}=10 \text{ m}$ 处, $v_{20}=0, a=-2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, 匀加速运动

质点 1 匀速直线运动, $\Delta x_1 = x_1 - x_{10} = x_1 = vt, x_1 = 3t$

质点 2 匀加速直线运动, $\Delta x_2 = x_2 - x_{20} = \frac{1}{2}at^2$, $x_2 = 10 - t^2$

(1) 两质点相遇时, 满足 $x_1 = x_2$

$$\begin{aligned} \text{有} \quad & 3t = 10 - t^2 \\ & t^2 + 3t - 10 = 0 \end{aligned}$$

解得 t 为 2 s 或 -5 s, -5 s 不合题意舍去, 即 $t = 2$ s 时相遇, 相遇处

$$x_1 = x_2 = 10 - t^2 = 6 \text{ m}$$

(2) 质点 1 匀速运动 $v_1 = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

质点 2 匀加速运动 $v_2 = v_{20} + at = -2t$

$$t = 2 \text{ s 时} \quad v_2 = v_{20} + at = -4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

3. 在离地面高 $h = 5 \text{ m}$ 处有一小球自由下落, 与地面碰撞后反弹的速度是碰前速度的 $3/5$, 碰撞时间为 $\Delta t = 0.01 \text{ s}$ 。求 (1) 小球自由下落与地面碰撞前的速度; (2) 小球与地面碰撞过程 (即 $\Delta t = 0.01 \text{ s}$) 中平均加速度大小; (3) 反弹所能到达的最大高度。(g 取 10 m/s^2)

解 (1) 小球自由下落到 $h = 5 \text{ m}$ 后的速度, 即与地面碰撞前速度

$$v_0 = \sqrt{2gh} = 10 \text{ m/s}$$

(2) 小球与地面碰撞前速度 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, 方向向下;

与地面碰撞后反弹的速度 $v_2 = 10 \times \frac{3}{5} = 6 \text{ m/s}$, 方向向上;

由于小球与地面碰撞过程前后速度方向不同, 因此平均加速度关系式中的速度和加速度都应该用正负表示方向。

如果取向向下为正方向, 则 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, $v_2 = -6 \text{ m/s}$

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_0}{\Delta t} = \frac{(-6) - 10}{0.01} = -1.6 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

平均加速度大小 $1.6 \times 10^3 \text{ m/s}^2$, 方向向上。

(3) 反弹的初速度 $v_2 = -6 \text{ m/s}$, 末速度为零, 取向向下为正方向, 则加速度为正, 即 $a = g$, 所能到达的最大高度 h' , 有

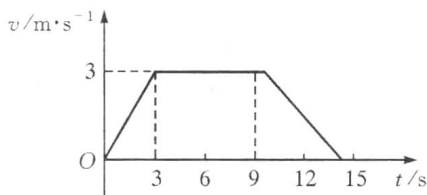
$$\begin{aligned} 0 - v_2^2 &= 2gh' \\ h' &= -\frac{v_2^2}{2g} = -1.8 \text{ m} \end{aligned}$$

反弹的最大高度为 1.8 m, 负号表示向上运动。

4. 矿井里的升降机由静止开始匀加速上升, 经过 3 s, 速度 $v_1 = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 然后按这个速度匀速上升 6 s, 再以匀减速上升 5 s 停止 ($v = 0$),

(1) 画出升降机的 $v-t$ 图;

(2) 计算升降机上升的高度。



计算题 4

解 (1) 画出升降机的 $v-t$ 图

(2) 解法 1 $0 \sim 3 \text{ s}$: $v_0 = 0$, $v = 3 \text{ m/s}$

$$a_1 = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{3 - 0}{3} = 1 \text{ m/s}^2$$

$$h_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 3^2 = 4.5 \text{ m}$$

$3 \sim 9 \text{ s}$: $h_2 = vt = 3 \times 6 = 18 \text{ m}$

$9 \sim 14 \text{ s}$: $v_0 = 3 \text{ m/s}$, $v = 0$

$$a_3 = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{0 - 3}{5} = -0.6 \text{ m/s}^2$$

$$h_3 = v_0 t + \frac{1}{2} a_3 t^2 = 3 \times 5 + \frac{1}{2} \times (-0.6) \times 5^2 = 7.5 \text{ m}$$

升降机上升的总高度

$$h = h_1 + h_2 + h_3 = 30 \text{ m}$$

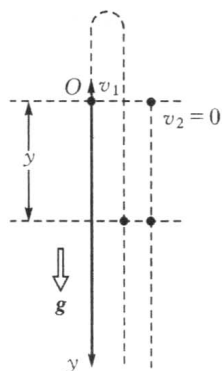
解法 2

位移是 $v-t$ 图包围的面积, 利用梯形面积公式, 得上升的高度

$$h = \frac{(6 + 14) \times 3}{2} = 30 \text{ m}$$

四、证明题

以初速度 $v_1 = 10 \text{ m/s}$ 竖直向上抛出一个小球, 1.5 s 后在同一地点另一个小球竖直自由下落。求证: (1) 第二个小球落下后经 0.75 s 两球相遇; (2) 从抛出到相遇, 第一个小球的位移大小是 2.81 m, 路程是 12.81 m。(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)



证明题

证明 (1) 选坐标轴 y 向下, 以两球的抛出点为坐标原点, 建立如图所示的坐标系。并以第二个小球落下时刻开始计时 ($t_0 = t_{20} = 0$), 则第一个球抛出时刻 $t_{10} = -1.5 \text{ s}$, 任意时刻 t :

小球 1: $y_0 = 0, v_0 = -v_1, a = g$, 抛出时间 $\Delta t_1 = t - t_{10} = t + 1.5$

代入匀变速直线运动方程

$$y_1 - y_0 = v_0(t - t_{10}) + \frac{1}{2}a(t - t_{10})^2$$

$$y_1 = -v_1(t - t_{10}) + \frac{1}{2}g(t - t_{10})^2$$

$$y_1 = -v_1(t + 1.5) + \frac{1}{2}g(t + 1.5)^2$$

小球 2: $y_0 = 0, v_0 = 0, a = g$, 时间 $\Delta t_2 = t - t_{20} = t$

$$y_2 - y_0 = v_2(t - t_{20}) + \frac{1}{2}g(t - t_{20})^2$$

$$y_2 = \frac{1}{2}gt^2$$

两球相遇时, $y_1 = y_2 = y$, 因此有

$$-v_1(t + 1.5) + \frac{1}{2}g(t + 1.5)^2 = \frac{1}{2}gt^2$$

将已知数据代入

$$-10(t + 1.5) + \frac{10}{2}(t + 1.5)^2 = \frac{10}{2}t^2$$

$$-10t - 15 + 5t^2 + 15t + 11.25 = 5t^2$$

最后解得

$$t = 0.75 \text{ s}$$