

普通物理学解题分析

电大理工编辑部 编

辽宁科学技术出版社

普通物理学解题分析

《电大理工》编辑部 编

辽宁科学技术出版社

1988年·沈阳

普通物理学解题分析

Putong Wulixue Jieti fenxi

《电大理工》编辑部 编

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行 东北工学院印刷厂印刷

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: 21.5 字数: 480,000

1988年4月第1版 1988年4月第1次印刷

责任编辑: 刘绍山 王曙斌

封面设计: 秦守雍 责任校对: 荆芷萍

印数: 1—3,000

ISBN7-5381-0096-2/O·7

统一书号: 13288·54

定价: 4.70 元

前 言

普通物理学是大学理工科各专业的一门重要的基础课。这门课程包含了大量的抽象概念和概括性定理、定律，初学者往往感到难于掌握，特别是在做习题时不知如何着手。这大多是因为对普通物理学中的一套思考方法、分析方法和解题技巧没有真正掌握。许多非物理专业毕业的青年教师，也往往因为没有掌握这些方法和技巧，在辅导这门课时遇到困难。

为了帮助初学者能较快地掌握普通物理学中的基本概念和基本理论，学会分析方法和解题技巧，在学习中少走弯路，我们邀请富有教学经验的电大辅导教师和师范院校教师集体编写了这本书。

本书所选的题目基本取自中央电大现行普通物理教材（李椿、阎金铎、王殖东编普通物理学讲义），原电大普通物理教材（程守洙、江之永编 朱咏春等修订 普通物理学）和各类成人高校普遍使用的普通物理教材（南京工学院等七所工科院校编 物理学）。还从电大及成人高校历次考试试题中选择了一部分题目。这些题目分为三类，有思考题、选择判断题和计算题。所选的题型基本上包括了成人高校普通物理课教学中出现的各种类型的题目。

全书的内容和编写体例由《电大理工》编辑部拟定。一、五、六章由孙志铭编，二、十一、十八章由刘国钰编，三、十、十三、十九章由曹长江编，四、七、二十章由王曙斌编，第八章由李长白编，九、十七章由刘庭欣编，第十二章由李晖编，第十四章由张丰山编，第十五章由吴广林编，第十六章由武凤英编。秦守雍、荆芷萍、吴广林参加了编写工作。

阎金铎教授审阅了书稿并提出了许多宝贵意见，吴铭磊统阅了全书并审阅了部分书稿。

本书于 1987 年出版后，受到广大读者的欢迎，并提出了一些意见和建议，我们在此表示感谢。

为配合电大 87、88 级教学，我部组织人员对本书进行了全面修订，并改写了一部分内容。参加修订和改编工作的有王曙斌、吴应斌、秦守雍、荆芷萍及原各章编者。

《电大理工》编辑部

1988 年 4 月

目 录

第一篇 力 学

第一章 运动的描述

内容提要	(1)
思考题	(2)
选择题	(6)
计算题	(8)

第二章 质点动力学

内容提要	(14)
思考题	(17)
选择题	(18)
计算题	(22)

第三章 刚体定轴转动 动力学

内容提要	(41)
计算题	(43)

第四章 振动学基础

内容提要	(57)
选择题	(59)
计算题	(62)

第二篇 分子物理学与热力学

第五章 气体分子运动论

内容提要	(78)
思考题	(80)
计算题	(82)

第六章 热力学的物理基础

内容提要	(92)
思考题	(94)
计算题	(95)

第三篇 电 磁 学

第七章 静电场

内容提要	(106)
思考题	(108)
判断题	(111)

计算题	(113)
-----------	-------

第八章 静电场中的导 体和电介质

内容提要	(124)
思考题	(125)
计算题	(136)

第九章 稳恒电流

内容提要	(158)
思考题	(160)
计算题	(164)

第十章 稳恒磁场

内容提要	(179)
计算题	(180)

第十一章 磁场对电流和运 动电荷的作用

内容提要	(188)
思考题	(190)
计算题	(193)

第十二章 电磁感应

内容提要	(199)
判断题	(201)
计算题	(205)

第十三章 物质的磁性

内容提要	(224)
思考题	(225)
计算题	(228)

第十四章 电磁场理论的基 本概念和电磁波

内容提要	(229)
思考题	(230)
计算题	(231)

第四篇 波动光学

第十五章 波动学基础

内容提要	(236)
------------	-------

思考题	(238)
选择题	(240)
计算题	(242)

第十六章 光的干涉

内容提要	(258)
思考题	(260)
选择题	(262)
计算题	(263)

第十七章 光的衍射

内容提要	(279)
思考题与选择题	(281)
计算题	(283)

第十八章 光的偏振

内容提要	(292)
------------	-------

思考题	(296)
计算题	(299)
综合练习题	(307)

第五篇 量子物理学基础

第十九章 光的量子性

内容提要	(309)
思考题	(311)
计算题	(312)

第二十章 原子的量子理论

内容提要	(320)
思考题与选择题	(324)
计算题	(327)

第一篇 力 学

力学是研究物体机械运动的客观规律及其应用的科学。在这一篇里,主要研究如何描写物体的运动,物体为什么会做这样或那样的运动。研究方法是突出研究对象的主要因素,忽略次要因素,建立起理想模型。力学中的所有规律都是对理想模型的描述。

第一章 运动的描述

内 容 提 要

一、描写质点运动的四个基本物理量

1. 位置矢量 $\mathbf{r}$: 由坐标原点指向质点所在位置的矢量。描述质点在空间的位置。

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k} \text{ 或 } \mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k}$$

2. 位移矢量 $\Delta\mathbf{r}$: 由初始位置引向终止位置的矢量。描述初始时刻和终止时刻质点位置变动的大小和方向。

$$\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$$

3. 速度矢量 $\mathbf{v}$: 描述质点位置变动的方向及快慢程度。

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

4. 加速度矢量 $\mathbf{a}$: 描述质点运动速度变化的方向及快慢程度。

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$$

以上四个物理量都是矢量。矢量不仅有大小,而且有方向,但后者常常被忽视。

二、直 线 运 动

1. 速度公式: $v = v_0 + at$

2. 位移公式: $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

3. 运动方程: $x = x_0 + \frac{1}{2} at^2$

上面三个方程中只有两个是独立的,共有五个量,所以只有已知其中的三个量才能运用这些公式求解。

匀速直线运动时, $a = 0$, $v = \text{常量}$ 。匀加速直线运动时, $a = \text{常量}$ 。

三、平面曲线运动

一个运动可以看成是由几个各自独立的运动迭加。抛体运动就可看成由水平方向的匀速运动和竖直方向匀变速运动的迭加。

1. 平抛运动方程: $x = v_0 t$ $y = \frac{1}{2} g t^2$

2. 斜上抛运动方程: $x = v_0 \cos \theta t$ $y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2$

3. 斜下抛运动方程: $x = v_0 \cos \theta t$ $y = v_0 \sin \theta t + \frac{1}{2} g t^2$

4. 圆周运动的加速度: $\mathbf{a} = \mathbf{a}_n + \mathbf{a}_\tau = \frac{v^2}{R} \mathbf{n} + \frac{dv}{dt} \boldsymbol{\tau}$

$$|a| = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = \sqrt{\left(\frac{v^2}{R}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dt}\right)^2} \quad \beta = \operatorname{tg}^{-1} \frac{a_n}{a_\tau}$$

$\mathbf{a}$ 的方向总是指向曲线的凹面。

质点做匀速圆周运动时, $a_\tau = \frac{dv}{dt} = 0$ 。

四、刚体定轴转动

1. 角速度公式: $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \omega_0 + \beta t$

2. 角位移公式: $\Delta\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \beta t^2$

3. 运动方程: $\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \beta t^2$

4. 线速度与角速度之间的关系: $v = \omega r$

5. 切向加速度与角速度之间的关系: $a_\tau = \beta r$

6. 法向加速度与角速度之间的关系: $a_n = \frac{v^2}{r} = v\omega = r\omega^2$

对于直线运动(或定轴转动), 若已知运动方程, 可求出各时间内的位移(或角位移), 各时刻的位置、速度(或角速度)和加速度(或角加速度)。若已知速度(或角速度)或加速度(或角加速度)与时间的关系和初始条件, 可求出运动方程。

思 考 题

1—1 设质点的运动方程为 $x = x(t)$, $y = y(t)$, 在计算质点的速度与加速度的数值时, 有人先求出

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

然后根据

$$v = \frac{dr}{dt} \quad \text{和} \quad a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 r}{dt^2}$$

求得结果。又有人先计算速度和加速度的分量再合成求得结果，即

$$v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$$

和

$$a = \sqrt{\left(\frac{d^2 x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2 y}{dt^2}\right)^2}$$

你认为哪一种方法正确？为什么？（程 1—4）*

解：

第二种方法是正确的。因为根据速度矢量的定义， $\mathbf{v}$ 等于位置矢量对时间的变化率

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\mathbf{i} + y\mathbf{j}) = \frac{dx}{dt}\mathbf{i} + \frac{dy}{dt}\mathbf{j} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}$$

v_x 、 v_y 是 $\mathbf{v}$ 的两个分量，根据矢量的性质， $\mathbf{v}$ 的大小为

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$$

同样，加速度矢量是速度矢量对时间的变化率

$$\begin{aligned} \mathbf{a} &= \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}) = \frac{dv_x}{dt}\mathbf{i} + \frac{dv_y}{dt}\mathbf{j} \\ &= \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right)\mathbf{i} + \frac{d}{dt}\left(\frac{dy}{dt}\right)\mathbf{j} \\ &= \frac{d^2 x}{dt^2}\mathbf{i} + \frac{d^2 y}{dt^2}\mathbf{j} = a_x\mathbf{i} + a_y\mathbf{j} \end{aligned}$$

根据矢量的性质： a_x 、 a_y 是 $\mathbf{a}$ 的两个分量，所以 $\mathbf{a}$ 的大小为

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{\left(\frac{d^2 x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2 y}{dt^2}\right)^2}$$

而 $v = \frac{dr}{dt}$ ，并不是速度的大小，将 $\mathbf{r}$ 写成

$$\mathbf{r} = r\mathbf{r}_0$$

的形式，其中 $\mathbf{r}_0$ 是 $\mathbf{r}$ 方向上的单位矢量，随着 r 的变化 $\mathbf{r}_0$ 也是变化的，因此，根据速度的定义，应有：

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(r\mathbf{r}_0) = \frac{dr}{dt}\mathbf{r}_0 + r\frac{d\mathbf{r}_0}{dt}$$

尽管目前我们尚不会运算 $\frac{d\mathbf{r}_0}{dt}$ ，但绝没有 $\frac{d\mathbf{r}_0}{dt} = 0$ 。因此从上式可得出结论： $\mathbf{v}$ 有两个

分量组成， $\frac{dr}{dt}$ 是沿 $\mathbf{r}_0$ 方向那个分量的大小，它不是 $\mathbf{v}$ 的大小，即

* 各题后括号中“程”，“电”，“南”分别是前言中列出的三种教材，下同。

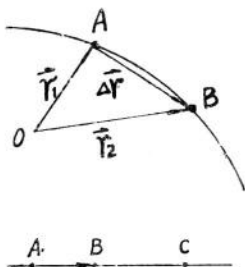
$$|\boldsymbol{v}| \neq \frac{dr}{dt}$$

产生上述错误是由于①对矢量的性质认识模糊,虽口头上承认速度 $\boldsymbol{v}$ 是矢量,但对如何求一个矢量的大小、方向不清楚。②对矢量的求导运算生疏,对矢量求导数要考虑到大小、方向的变化。总之第一种算法是没有考虑到 $\boldsymbol{v}$ 是矢量。

1—2 位移和路程有何区别?质量作直线运动时是否两者的大小一定相等?(电 1—3(3),程 1—1(3))

解:

位移是质点始末位置矢量的差,如图所示。质点沿 AB 曲线运动, t_1 时刻,质点的位置矢量为 $\boldsymbol{r}_1$, t_2 时刻质点的位置矢量为 $\boldsymbol{r}_2$, t_1-t_2 时间内质点的位移为 $\Delta \boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_1$ 。 $\Delta \boldsymbol{r}$ 是一个矢量。路程是质点沿轨道所经路径的长短,是一个标量,在如图所示的情况中,在 $t_1 \rightarrow t_2$ 时间内质点的路程是 $\widehat{AB}$ 的长短。位移和路程完全是两个不同的概念,它们的大小也是不同的。



在直线运动的情况下,两者的大小也不一定相等,如图所示,在 t_1-t_2 时间内质点由 A 到 B ,又到 C ,最后回到 B ,位移是矢量 AB ,而路程是 $AB + BC + CB$,显然它们的大小也是不同的。在直线运动的情况下两者的大小有可能相等。

1—3 一物体能不能按下述情况运动?举例说明。

- ① 具有恒定的速率,但仍有变化的速度。
- ② 具有恒定的速度,但仍有变化的速率。
- ③ 具有恒定的加速度,但运动方向不断改变。
- ④ 具有恒定的速度,但加速度不为零。
- ⑤ 具有加速度,而其速度为零。
- ⑥ 具有 X 轴正方向的速度,而有 X 轴负方向的加速度。(电 1—4)

解:

- ① 可能。例如匀速圆周运动。
- ② 不可能。速度恒定时,其大小方向均不能变化。
- ③ 可能。例如抛体运动。
- ④ 不可能。因为 $\boldsymbol{a} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt}$ 速度恒定则 $\frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = 0$, 必有 $\boldsymbol{a} = 0$ 。
- ⑤ 可能。例如自由落体运动在释放时刻,其速度为零,却具有加速度。
- ⑥ 可能。例如竖直上抛的物体其加速度和速度的方向就相反。

通过上述各例,理解速度与加速度的关系。

1—4 指出下列情况属什么运动

- ① $a_n = 0, a_\tau = 0$

② $a_n = 0$ $a_\tau = \text{恒量}$

③ $a_n \neq 0$ $a_\tau = 0$

④ $a_n \neq 0$ $a_\tau \neq 0$ (电 1—13, 程 1—16 题)

解:

① 匀速直线运动。因为速度的大小及方向均不变。

② 匀加速直线运动, 因为速度的方向不变, 而速率的变化率是恒定的。

③ 速度大小不变。而方向不断变化的曲线运动, 例如匀速率圆周运动。

④ 一般曲线运动, 速度的大小、方向不断变化。

通过这个题的分析, 弄清法向加速度和切向加速度的作用。 a_n 只改变 v 的方向, a_τ 只改变 v 的大小。

1—5 质点沿 ox 轴运动

① $a > 0$ 是否质点运动越来越快?

② $a < 0$ 是否质点运动越来越慢?

解:

① $a > 0$ 表明加速度的方向沿 ox 轴正方向, 但质点的速度不一定越来越大, 若: $v > 0$, 即 v 与 a 同方向, 则质点运动越来越快, $v < 0$, 即 v 与 a 反方向, 则质点运动越来越慢。

② $a < 0$, 表明加速度方向沿 ox 轴反方向, 但质点的速度不一定越来越小, 若 $v < 0$, 即 v 与 a 同方向, 则质点速度越来越快, $v > 0$ 即 v 与 a 反方向, 则质点速度越来越慢。

总之, a 的正负, 表明 a 与选定的正方向的异同; 速度增大还是减小, 看 a 和 v 是同向还是反向。

1—6 一飞轮作定轴转动, 取逆时针为转动的正方向, 试分析下列各种情况飞轮怎样运动?

① $\omega > 0, \beta > 0,$

② $\omega > 0, \beta < 0$

③ $\omega < 0, \beta > 0$

④ $\omega < 0, \beta < 0$

⑤ $\omega = 0 \quad \beta > 0$

⑥ $\omega = 0 \quad \beta < 0$

解:

① 飞轮逆时针转动, 越转越快,

② 飞轮逆时针转动, 越转越慢, 静止后又沿反方向转动。

③ 飞轮顺时针转动, 越转越慢, 静止后, 又沿反方向转动。

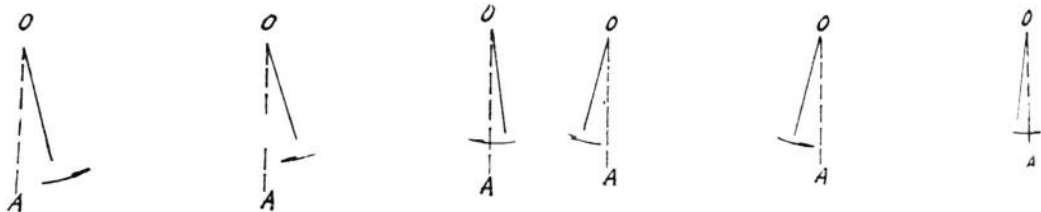
④ 飞轮顺时针转动, 越转越快。

⑤ 飞轮从静止开始, 沿逆时针方向转动, 且越转越快。

⑥ 飞轮从静止开始, 沿顺时针方向转动, 且越来越快。

1—7 一杆可绕悬点 O 在竖直面内在平衡位置附近往复摆动, 试分析下列各种情况杆的角速度, 角位移的正负。

解:



- ① $\omega > 0 \quad \Delta\theta > 0$
- ② $\omega < 0 \quad \Delta\theta < 0$
- ③ $\omega < 0 \quad \Delta\theta < 0$
- ④ $\omega < 0 \quad \Delta\theta < 0$
- ⑤ $\omega > 0 \quad \Delta\theta > 0$
- ⑥ $\omega > 0 \quad \Delta\theta > 0$

1—8 平均速度与平均速率是否大小相等？瞬时速度与瞬时速率是否大小相等？

解：

平均速度的定义是

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

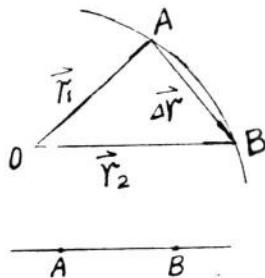
它是一个矢量，其大小为 $\frac{AB}{\Delta t}$ ，平均速率的定义是：

$$\bar{v} = \frac{\widehat{AB}}{\Delta t}$$

是一个标量。在一般情况下两者的大小是不相等的，即使在直线情况下，两者的大小也不一定相等。如图所示，在 Δt 时间内质点由 A 到 B 又回到 A，平均速度 $\vec{v} = 0$ ，而平均速率为 $2AB/\Delta t$ 。

瞬时速度的定义为：
$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

瞬时速率的定义为：
$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$
，在 $\Delta t \rightarrow 0$ 极限情况下 Δr 的大小与 Δs 的大小相等，所以瞬时速率的大小与瞬时速度的大小一定相等。



选 择 题

1—9 质点作直线运动时：

- ① 速度的方向不变，运动的方向一定不变。
- ② 加速度的方向不变，运动的方向一定不变。
- ③ 加速度的方向改变，运动的方向一定改变。

解：

① 是正确的，因为速度的方向表示运动的方向。而加速度的方向与运动的方向没有必然联系。物体竖直上抛、达最高点后又下落，便属第二种情况。物体的速度由越来越快，变到越来越慢，这时加速度的方向改变，而速度的方向不变，属第三种情况。

1-10 下面哪些运动是均加速运动

① $x = At^3$ A 是常量

② 匀速圆周运动

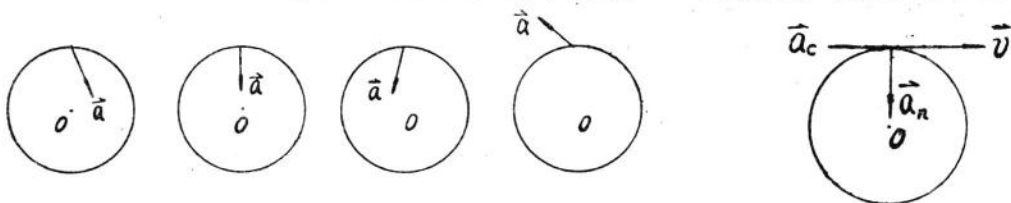
③ 变速圆周运动

④ 抛体运动

解：

④ 是正确的，因为抛体运动的加速度 g 的大小、方向都不变。

1-11 质点沿顺时针方向作圆运动，越来越慢， a 表示质点的加速度，哪个图对？



解：

③ 是对的，因为质点运动越来越慢，切向加速度 a_t 与 v 方向必相反。

④ 的情况在曲线运动中是绝不会出现的，

因为 a_n 总是指向曲线的凹面，所以 a 也必指向曲线的凹面。

1-12 一质点作直线运动，位移随时间的变化情况如下图所示。①、②、③、④那个图表示该质点的速度随时间的变化关系。

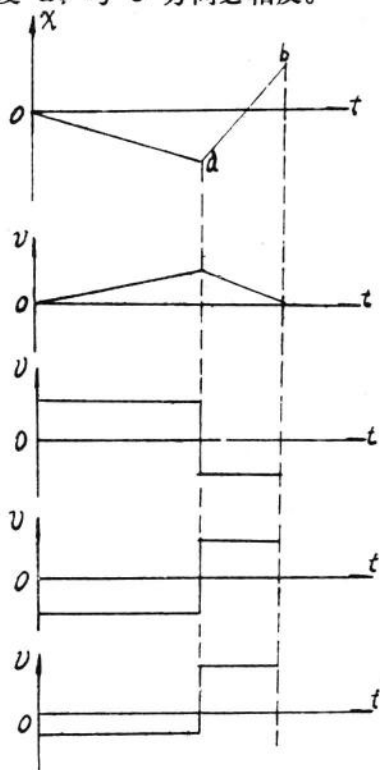
解：

④ 是正确的。因为 oa 为直线且斜率为负值，表示 $\frac{dx}{dt} < 0$ ，即速度为负值，且大小不变。而 ab 为直线，且斜率为正值，表示 $\frac{dx}{dt} > 0$ ，即 v 为正值，且大小不变。又因为 ab 段比 oa 段斜率的数值大，所以 ab 段比 oa 段速度的数值大。

1-13 斜上抛石块的运动轨迹如图，不计空气阻力，下面的说法哪个正确？

① 最高点 A 的速度为零

② 同一水平高度上 B 、 C 两点的速度相

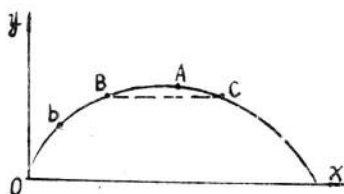


等。

- ③ D、C两点的水平分速度相等。
- ④ 各点的加速度都与该点的切线方向垂直。

解：

③是正确的。抛体运动过程中水平分速度是不变的，但速度矢量各点不同。加速度为重力加速度。



计 算 题

1—14 一质点沿 ox 轴运动，其运动方程为

$$x = 3 - 5t + 6t^2$$

式中 x 以米计， t 以秒计，试求：

- ① 质点任一时刻的速度与加速度
- ② 质点初始时刻的位置与速度
- ③ 作出 $x-t$ 图， $v-t$ 图
- ④ 质点的运动情况

(电 1—5 题)

解：

- ① 根据速度和加速度的定义，便可以求得它们随时间变化的函数关系。

$$v = \frac{dx}{dt} = -5 + 12t$$

$$a = \frac{dv}{dt} = 12 \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

- ② 当 $t=0$ 时， $x_0 = 3$ (米)

$$v_0 = -5 \text{ (米/秒)}$$

这便是运动的初始条件。

③ 先作 $v-t$ 图：质点作匀加速直线运动 $v-t$ 图为一直线。当 $t=0$ 时 $v_0 = -5$ 米/秒。再求当 $t=?$ 时， $v=0$

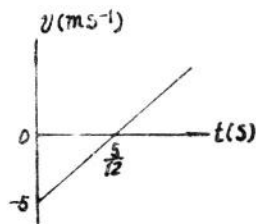
由

$$0 = -5 + 12t$$

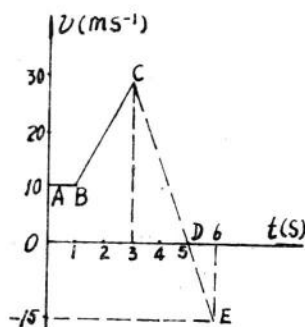
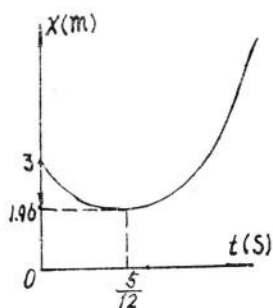
可求得，当 $t = \frac{5}{12}$ 秒时， $v=0$ 。有这两点，便可以作为 $v-t$ 图。

$x-t$ 图为一抛物线： $t=0$ 时质点位于 $x_0 = 3$ 米处；由于 $v_0 = -5$ 米/秒，所以质点沿 ox 轴反方向运动；又因为加速度 $a = 12$ 米/秒²，与速度方向相反，所以质点速度越来越小，当速度为零时，达 x 轴最左端，此时的 x 值便是抛物线的最低点：

$$x = 3 - 5\left(\frac{5}{12}\right) + 6\left(\frac{5}{12}\right)^2 = 1.96 \text{ (m)}$$



④ 质点作匀加速直线运动,在 $0-\frac{5}{12}$ 秒,质点沿 x 轴反方向运动。 $\frac{5}{12}$ 秒时,质点速度为零。 $\frac{5}{12}$ 秒以后,质点沿 x 轴方向运动。



1—15 一作直线运动的质点的 $v-t$ 图如右,说明质点在 AB , BC , CD , DE 各段的运动情况,并求出相应的加速度。

解:

AB 段为匀速直线运动。 BC 段为匀加速直线运动,加速度为:

质点的速度越来越大 $a_{BC} = \frac{30-10}{3-1} = 10$ (米/秒²)

CD 段的加速度为:

$$a_{CD} = \frac{0-30}{5-3} = -15 \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

质点的加速度为负值,与速度方向相反,所以速度越来越小,最后为零。

DE 段的加速度为:

$$a_{DE} = \frac{-15-0}{1} = -15 \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

质点的速度变为负值,即沿与原来相反的方向运动,速度的数值越来越大。

1—16 质点在 t_1 时, $x_1 = -2$, 然后沿 x 轴正方向运动; 在 t_2 时, $x_2 = 5$, 接着沿 x 轴反方向运动, 在 t_3 时, $x_3 = 0$, 求 t_1 到 t_2 , t_2 到 t_3 , t_1 到 t_3 的位移和路程。

解:

将质点的位置与时间的关系标在图上。

在 $t_1 \rightarrow t_2$ 段



位移 $\Delta x = x_2 - x_1 = 5 - (-2) = 7$

路程为 7

$t_2 \rightarrow t_3$ 段:

位移: $\Delta x = x_3 - x_2 = 0 - 5 = -5$

路程为 5

在 $t_1 \rightarrow t_3$ 段:

位移 $\Delta x = x_3 - x_1 = 0 - (-2) = 2$

路程为 $7 + 5 = 12$

通过这个问题进一步明确位移和路程的概念。

1—17 气象气球在离地面 200 米高时, 以 15 米/秒的速度上升。这时上面挂的物体脱离气球, 问经过多长时间该物体可落到地面? 落到地面时的速度多大?

(南 2—19 题)

解:

建立坐标系 oy 时, 以地面为坐标原点, 竖直向上为正方向。

从气球上脱离的物体, 以 15 米/秒的初速度作竖直上抛运动, 此时记作 $t=0$; t 秒后落地。

已知: $y_0 = 200$ 米, $y = 0$

$\Delta y = y - y_0 = -200$ 米

$a = -9.8$ 米/秒²

$v_0 = 15$ 米/秒

求 $t = ?$ $v = ?$

由 $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta y$



解得 $v = \sqrt{2a\Delta y + v_0^2} = \pm 64.4$ (米/秒)

因为落地时速度向下, 所以取 $v = -64.4$ 米/秒

由 $v = v_0 + at$

解得 $t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{-64.4 - 15}{-9.8} = 8.1$ (秒)

注意: 在运动过程中要考虑到各物理量的符号; 对由数学计算所得结果, 要由物理内容决定取舍。

1—18 一人乘摩托车跳越一个大矿坑, 他与水平方向成 22.5° 夹角, 初速度 65 米/秒从西边起跳, 准确的落在坑的东边, 已知东边比西边低 70 米, 忽略空气阻力, 且取 $g = 10$ 米/秒², 问

① 矿坑有多宽? 他飞越的时间有多长?

② 他在东边落地时的速度多大? 速度与水平面的夹角多大? (电 1—10 题)

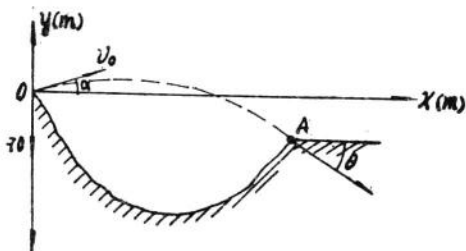
解:

摩托车的运动为一斜上抛运动。

建立坐标系以起跳点为原点, 水平方向为 x 轴, 竖直方向为 y 轴。

起跳点为初位置, $t=0$, 着地点 A 为末位置,

已知: $v_0 = 65$ 米/秒, $\alpha = 22.5^\circ$



$$y_A = -70 \text{ 米}$$

① 在 y 方向运动情况为一竖直上抛运动

已知: $y_0 = 0$ $y_A = -70$ 米 $\Delta y = -70$ 米 $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ $g = -10$ 米/秒²

由位移公式:

$$\Delta y = v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2$$

将已知数代入: 得

$$5t^2 - 65 \sin 22.5t - 70 = 0$$

解出

$$t = 7 \text{ 秒}$$

(解 t 的二次方程时, 所得另一个负根, 无意义, 舍去)

在 x 方向上是匀速直线运动, 所以

$$\Delta x = x_A - 0 = v_{0x} \cos \alpha t$$

$$x_A = 420 \text{ 米}$$

② 求 v_A :

水平方向是匀速直线运动, 所以

$$v_{Ax} = v_0 \cos \alpha$$

竖直方向上是竖直上抛运动, 末速度为

$$v_{Ay} = v_{0y} + gt = v_0 \sin \alpha + gt$$

则 v 的大小为:

$$v = \sqrt{v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2} = 75 \text{ (米/秒)}$$

v 与 x 轴正方向的夹角为 θ , 则

$$\tan \theta = \frac{|v_{Ay}|}{v_{Ax}}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{|v_{Ay}|}{v_{Ax}} = 37^\circ$$

通过这个题掌握处理抛体运动的一般方法是: 将运动分解在水平方向和竖直方向上, 最后再求合成的结果。

1—19 一球以 30 米/秒的水平速度抛出, 试求 5 秒后加速度的切向分量与法向分量, ($g = 10$ 米/秒²)

解:

抛体运动的加速度大小、方向都是不变的, 总是等于重力加速度。抛出 5 秒后, 球所在处 P 点的速度方向即是运动轨迹的切线方向, 亦即切向加速度的方向; 与其垂直的方向即为法线方向, 亦即法向加速度的方向。

建立坐标系, 以抛出点为原点, 水平方向为 x 轴, 竖直向下为轴。

水平方向是匀速直线运动;

$$v_{Px} = 30 \text{ 米/秒}$$

竖直方向为自由落体运动:

$$v_{Py} = gt = 50 \text{ (米/秒)}$$