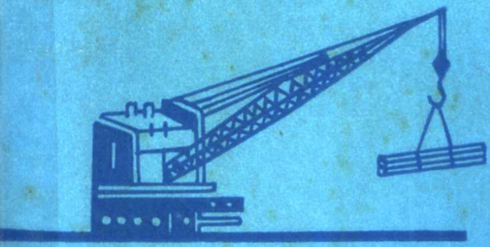


普通物理学题解

（力热部分）

陕西科学技术出版社

普通物理学题解

（力 热 部 分）

侯建文　王瑞桦

王希平　杜民声

陕西科学技术出版社

封面设计　安德新

普通物理学题解

（力热部分）

侯建文　王瑞桦

王希平　杜民声

陕西科学技术出版社出版

（西安北大街131号）

陕西省新华书店发行　西安新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 17.375 字数 350,000

1981 年 11 月第 1 版　1981 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—12,000

统一书号：7202·19　定价：1.50 元

内 容 简 介

《普通物理学题解》分两册出版，（力热部分）包括：力学的物理基础、机械振动和机械波、分子物理学和热力学三篇；（电光部分）包括：电学、光学、近代物理学基础三篇。

本题解（力热部分）共选编题目745道，思考题占总题数的一半。在解题过程中，特别注重基本概念的正确运用。凡选入的题目，均做出了完满答案，并附有详细的解题步骤，有的题还用多种方法解答，以启发读者思考。

在每一章题目之前，都安排了提要，概括了这一章的概念、定理、公式，有利于读者全面复习巩固，以及在解题时参考。

本题解（力热部分）共有近300幅图，题目和插图的标号都是一致的，便于读者查阅。

本题解可供普通中学、中等专业学校的物理教师参考，也可帮助工科院校、综合大学和师范学院非物理系的学生学习普通物理学。

前　　言

作练习题，是学习普通物理学过程中十分重要的实践活动。通过作题，可以帮助学生深入巩固基本概念和规律、培养分析问题的能力和提高解决问题的本领。

如何确切地回答一个思考题，往往是学生最感困难的事。因为这不仅需要学生很好地掌握有关的基本概念和规律，而且还需要一些分析、归纳、假设、论证等逻辑思维和综合运用的能力。为了帮助学生克服这些困难，尽快提高分析问题和解决问题的能力，我们回答了大量的思考题，思考题都编在各章练习题的前半部分。

对使用本题解的同志，我们要求在认真学习过有关的基本原理之后，再来作练习题；并在作练习的过程中，进一步掌握基本原理，提高作题能力。我们不主张在认真思考与解答习题之前，先看题解，更不可以抄袭题解。

为此，我们在每章之前编写了“提要”。

为了便于读者阅读，我们使图号与题号完全对应，在文中不再注明图号。

在编写过程中，张庆蔼、巩祥耀、王永瑜、门甫等同志曾对本题解提出宝贵意见，对此我们表示衷心感谢。

编　者

1979年1月

目　录

第　一　篇

力学的物理基础

第一章　质点运动学

〔提　要〕

一　总的要求

在掌握描述机械运动的几个主要物理量的基础上，对质点的几种基本机械运动的特点和规律有深入的认识，并具有解决此类问题的能力。

二　具体任务

1. 正确建立位移、时间、速度和加速度的概念，掌握这些运动描述量之间的内在联系。加深对加速度的理解。

2. 注意机械运动、机械运动描述中的辩证关系，即绝对性和相对性的关系，瞬时性和平均性的关系、矢量性和标量性的关系。

3. 掌握直线运动（匀速、匀变速）的特点和规律。

4. 掌握运动的叠加原理。

5. 掌握抛体运动和圆周运动的特点和规律。

三　基本概念和规律

1. 运动的基本描述量。

（1）位移，

$\Delta\vec{r}$，　　　　　　$\Delta r=\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}$。

（2）速度，

平均速度 $\bar{\vec{v}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$。

瞬时速度 $\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$。

速度分量式 $v_x = \frac{dx}{dt}$， $v_y = \frac{dy}{dt}$， $v_z = \frac{dz}{dt}$，

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$。

速度矢量式 $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y + \vec{v}_z$

$$= \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$。

（3）加速度，

平均加速度 $\bar{\vec{a}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$。

瞬时加速度 $\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$。

加速度分量式 $a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$，

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2}$$，

$$a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2}$$，

$$a = |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

加速度矢量式 $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y + \vec{a}_z = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k}$。

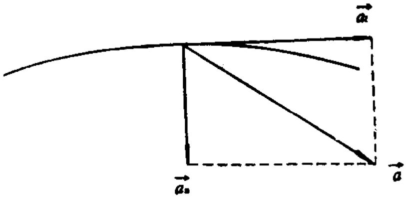


图 1—1—01

一般曲线运动中的加速度（见图 1—1—01）

$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$。

$\vec{a}_n$：法向加速度，描述速度方向变化快慢的物理量。

$$a_n = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_n}{\Delta t} = \frac{v^2}{\rho},$$

$\vec{a}_n = \frac{v^2}{\rho}\vec{n}$（v—线速度，ρ—曲率半径。如为圆运动则ρ为圆半径，$\vec{n}$——法向单位矢量）。

$\vec{a}_t$：切向加速度，描述速度量值变化快慢的物理量。

$$a_t = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_t}{\Delta t} = \frac{dv}{dt},$$

$\vec{a}_t = \frac{dv}{dt}\vec{\tau}$（$\vec{\tau}$——切向单位矢量）

2. 矢量的合成与分解

（1）平行四边形法则（见图 1—1—02）

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B},$$

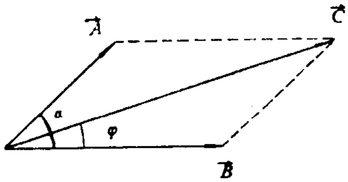


图 1—1—02

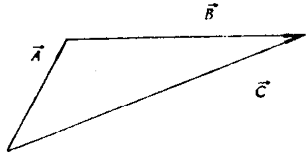


图 1—1—03

$$\vec{A}=\vec{C}-\vec{B},$$

$$\vec{B}=\vec{C}-\vec{A},$$

$$\varphi=\operatorname{arctg}\frac{A\sin\alpha}{B+A\cos\alpha}。$$

（2）三角形法则（见图 1—1—03）

$$\vec{C}=\vec{A}+\vec{B},$$

$$|C|=\sqrt{A^2+B^2+2AB\cos\alpha}。$$

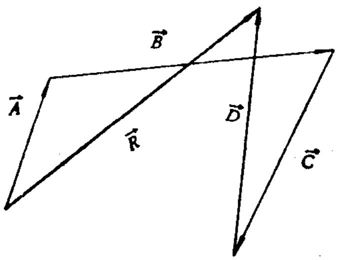


图1—1—04

（3）多边形法则（见图 1—1—04）

$$\vec{R}=\vec{A}+\vec{B}+\vec{C}+\vec{D}。$$

3. 直线运动的基本规律

（1）运动方程

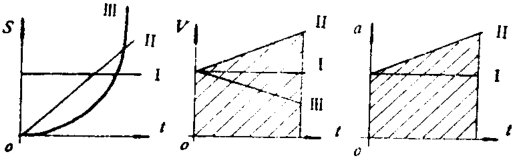
匀速运动　$S=vt$

$v=$ 恒量

匀变速运动 $\left\{\begin{array}{l} v_t=v_0+at \\ S=v_0t+\dfrac{1}{2}at^2 \\ v^2=v_0{}^2+2aS \end{array}\right.$ $a=$ 恒量（a为代数值，为"+"时表示加速，为"−"时表示减速）

变加速运动　　a ≠ 恒量

（2）运动的图示（见图 1—1—05）



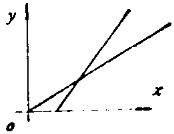


图　1—1—05　　　　　　　　图　1—1—06

(a) s—t图　　(b) v—t图　　(a) a—t图

(a) s—t图	(b) v—t图	(a) a—t图
I—静止	I—匀速	I—匀加速
II—匀速运动	II—匀加速	II—非匀变速
III—变速运动	III—匀减速	面积＝速度值
	面积＝位移值	

（3）轨道方程（见图 1—1—06）

$y = f(x)$　一次函数，轨道为直线，

4. 运动的叠加原理（或独立性原理）合成运动为各分运动之迭加（矢量合）。或任何一方向的运动不受任何另一方向的运动是否存在之影响。

5. 抛体运动（见图1—1—07）（忽略空气阻力）

（1）运动方程

$$v_{0x} = v_0\cos\theta_0, \quad v_{0y} = v_0\sin\theta_0$$

$$\begin{cases} v_x = v_{0x} = v_0\cos\theta_0, \quad v_y = v_{0y} - gt = v_0\sin\theta_0 - gt \\ x = v_{0x}t = v_0\cos\theta_0 t, \\ y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0\sin\theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

（2）轨道方程式　$y = tg\theta_0 x - \dfrac{g}{2v_0{}^2\cos^2\theta_0}x^2$。

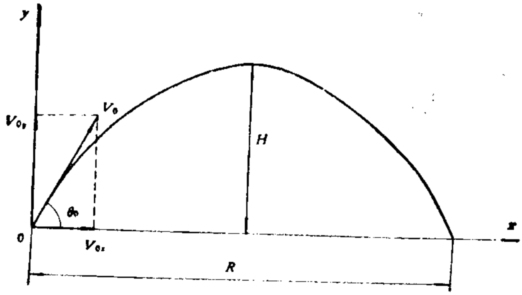


图 1—1—07

（3）飞行总时间 $T=\dfrac{2v_0\sin\theta_0}{g}$。

（4）射程 $R=v_{0x}T=\dfrac{v_0{}^2\sin2\theta_0}{g}$，

最大射程 $R_m=\dfrac{v_0{}^2}{g}$ $(\theta_0=\dfrac{\pi}{4})$。

（5）轨道最高点 $H=\dfrac{v_0{}^2\sin^2\theta_0}{2g}$。

v_0一定时，改变θ_0所得之最大高度

$$H_m=\frac{v_0{}^2}{2g}\ (\theta=\frac{\pi}{2})。$$

（6）上述关系如图1—1—08所示。

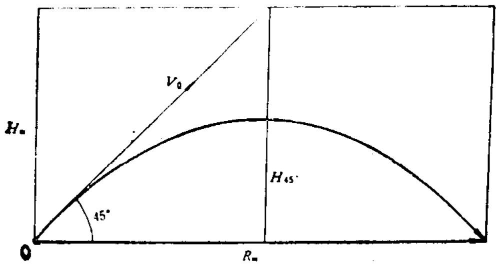


图1－1—08

$$R_m=\frac{v_0^2}{g}\qquad H_m=\frac{R_m}{2}=\frac{v_0^2}{2g}$$

$$H_{45°}=\frac{H_m}{2}=\frac{R_m}{4}=\frac{v_0^2}{4g}$$

6. 圆周运动（见图1—1—09）

（1）匀速率圆周运动

向心加速度 $a_t=\frac{v^2}{R}=\omega^2R$

（ω—角速度）

（2）变速率圆周运动

$\vec{a}=\vec{a}_t+\vec{a}_n$，　$a_n=\frac{v^2}{R}$，

$a_t=\frac{dv}{dt}$，

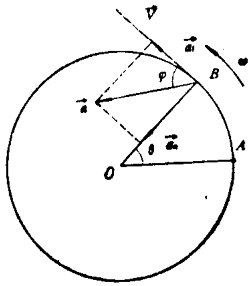


图 1－1—09

$$a=\sqrt{a_n^2+a_t^2},\qquad tg\varphi=\frac{a_n}{a_t}。$$

（3）圆运动的角量描述

角位移 θ

角速度 $\omega=\frac{d\theta}{dt}$。

角加速度 $\beta=\frac{d\omega}{dt}=\frac{d^2\theta}{dt^2}$。

匀速圆运动 $\theta=\omega t$。

匀变速圆运动 $\omega=\omega_0+\beta t, \theta=\omega_0 t+\frac{1}{2}\beta t^2$,

$$\omega^2=\omega_0{}^2+2\beta\theta。$$

（4）线量与角量的关系

$S=R\theta$, $v=R\omega$, $a_t=R\beta$, $a_n=R\omega^2$。

〔题 解〕

1—1—1 甲乙两人同时观察正在飞行的直升飞机，甲看到它匀速地上升，乙却看到它匀加速下降，这样的现象有吗？如何解释？

〔答〕 有。这种现象是由于甲乙两人选择的参照系不同而造成的。假如甲看到这架直升飞机匀速上升是以地球为参照系的话，乙看到它匀加速下降则可能是以一匀加速上升的直升飞机为参照系，这样观察的结果就不同。

1—1—2 公路上有两辆汽车，以相同的速度沿着相同的方向行驶。试说明，用什么物体作参照系时，这两辆汽车相对于参照系都是静止的；用什么物体作参照系时，这两辆汽车相对于参照系又是运动着的？

〔答〕 当以两车中任意一辆作参照系时，这两辆汽车相对于参照系都是静止的；当两辆汽车都以地面为参照系时，

它们又都是运动的。

1—1—3 时间和时刻有何不同？

〔答〕 当物体运动时，时间和运动路程对应，时刻和位置相对应。在时间轴 t 上，时刻与轴上一点对应，时间与一区间 $\Delta t(t_2-t_1)$ 相对应。因此在使用此二概念时应加以区别。

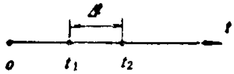


图1—1—3

如“第一秒内”指时间，“第一秒末”指时刻。

1—1—4 有人沿着半径为R 的圆形跑道跑了半圈，它的路程和位移的数值各是多少？

〔答〕 路程：$S=\pi R$；位移：$x=2R$。

1—1—5 在位移（S）—时间（t）图中表示出三个不同速度的运动，问它们是属于什么类型的运动？哪一个速度最大？哪一个速度最小？

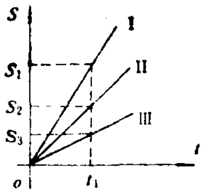


图1—1—5

〔答〕 它们都属于匀速运动。对每一个运动，$v=\frac{S}{t}$，在整个运动的过程中是常数。

运动 I 之速度最大；运动 III 之速度最小。因为在相同的时间t_1里：$v_{I}=\frac{S_1}{t_1}>v_{II}=\frac{S_2}{t_1}>v_{III}=\frac{S_3}{t_1}$。

1—1—6 位置矢量和位移矢量之间有何关系？怎样选择坐标原点，才能够使两者一致？

〔答〕 位置矢量表示运动质点的位置，位移矢量表示质