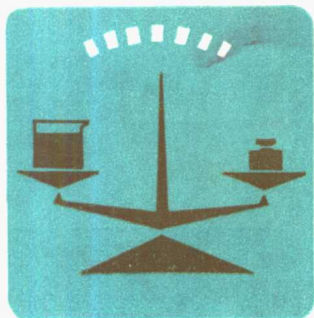


● 甘景慧

PUTONGWULI
ZIXUE FUDAO

普通物理 自学辅导



福建教育出版社

普通物理自学辅导

甘景慧

福建教育出版社

普通物理自学辅导

甘景慧 编著

*

福建教育出版社出版

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

*

850×1168毫米 1/32 20.375印张 493千字

1986年10月第一版 1986年10月第一次印刷

印数：1——6,150

书号：7159·1116 定价：3.60元

前 言

由于普通物理学具有概念性强、涉及面广的特点，这就给学生自学带来了困难，尤其对于缺乏教师指导的自学青年，其自学难度也就更大了。为了使读者能通过自学达到真正掌握教材，就需要有一本能引导读者运用物理逻辑思维方法由浅入深、循序渐进地思考问题、分析问题和解决问题的自学指导书。

基于上述原因，编者谨就长期以来从事全日制大学教学及几年来在函授大学、业余大学、电视大学等各类大学指导学生复习迎考时所积累的经验与资料，编成本书。

本书以现行普通物理课本为依据，分章编写。主要从教材研究、习题分类和解题方法，还有专题讨论等几方面进行阐述。

在教材研究中，本书除了向读者介绍学习该章的目的和要求、思路和线索外，主要针对学生普遍存在的疑难问题，向读者指明在理解物理概念和运用物理规律时应该注意的事项，以加深对物理概念的理解和掌握物理规律的正确应用。

在习题分类及解题方法中，主要向读者介绍各种类型习题的解题规律，以使读者能运用物理逻辑思维能力举一反三地分析问题和解决问题。对于每一种类型的习题，基本上按解题范围、解题依据、解题思路（或步骤）、解题示例等环节进行。在解题示例中，着重向读者介绍如何利用解题的一般规律来分析问题，同时也向读者指出通过例题的分析，可以得出哪些一般性的规律和结论，以及应该思考些什么问题。

此外，在专题讨论中，将针对读者普遍感到困难的某些关键

性问题和专门方法进行专门讨论。如力学中的物体受力分析和隔离体法；静电学中的高斯定理和高斯面取法；电磁学中的“物理积分法”；电磁感应中的感应电动势和动生电动势的求法等。

限于水平，错误在所难免，请批评指正。

甘景慧

1985年1月

目 录

第一篇 力 学

第一章 质点运动学	(1)
§ 1—1 运动学上的一个跃进	(1)
§ 1—2 本章小结及关键要领	(3)
一、思路线索和目的要求	(3)
二、重点、难点和关键要领	(4)
三、基本概念和基本规律以及注意事项	(5)
§ 1—3 易混概念和疑难问题	(7)
一、矢量导数和标量导数	(7)
二、描述质点运动的矢量与相应的标量	(12)
三、加速度方向、速度方向和运动方向	(13)
§ 1—4 习题分类及解题方法	(13)
一、已知运动方程求速度、加速度以及轨道方程	(13)
二、已知几何结构求速度、加速度	(18)
三、已知加速度及初始条件求速度与运动方程	(21)
四、匀变速直线运动	(22)
五、直线运动的位移、速度和加速度图线	(24)
六、抛射体运动	(31)
七、圆周运动	(35)
八、变换了参照系的速度合成定理——相对速度	(39)
第二章 牛顿运动定律	(43)

§ 2—1 本章小结和关键要领·····	(43)
一、目的要求、重点、难点和诀窍要领·····	(43)
二、内容提要与基本规律以及注意事项·····	(43)
§ 2—2 专题讨论——物体受力分析与隔离体 法·····	(48)
一、物体受力分析·····	(48)
二、隔离体法·····	(50)
§ 2—3 易混概念与疑难问题·····	(55)
一、摩擦力与摩擦力方向·····	(55)
二、正压力的大小·····	(59)
§ 2—4 习题分类与解题方法·····	(62)
一、牛顿第二定律在直线运动中的应用·····	(62)
二、牛顿第二定律在圆周运动中的应用·····	(71)
第三章 动量 ·····	(74)
§ 3—1 目的要求·····	(74)
§ 3—2 基本概念和规律以及注意事项·····	(74)
一、动量、冲量、动量定理·····	(74)
二、动量守恒定律·····	(77)
§ 3—3 习题分类及解题方法(投影法、几何法、 假定方向法)·····	(80)
一、动量守恒定律·····	(80)
二、动量定理·····	(84)
第四章 功与能 ·····	(89)
§ 4—1 思路线索和目的要求·····	(89)
§ 4—2 基本概念和规律以及注意事项·····	(90)
§ 4—3 易混概念和疑难问题·····	(97)
§ 4—4 习题分类和解题方法·····	(98)

一、功的计算	(98)
二、势能的计算	(100)
三、动能定理、功能原理、机械能守恒定律的应用	(103)
§ 4—5 动量和功能综合习题解法	(107)
一、碰撞元过程	(107)
二、多元过程	(114)
第五章 刚体绕定轴转动	(119)
§ 5—1 目的要求	(119)
§ 5—2 基本概念和规律以及注意事项	(119)
§ 5—3 习题分类和解题方法	(123)
一、转动定律的应用	(123)
二、动量矩定理和动量矩守恒定律的应用	(126)
三、功能原理及其综合应用	(133)

第二篇 机械振动和机械波

第六章 振动学基础	(139)
§ 6—1 目的要求和重点、难点	(139)
§ 6—2 基本概念与规律以及注意事项	(139)
§ 6—3 习题分类及解题方法	(145)
一、证明质点作谐振动或求振动周期	(145)
二、已知质点作简谐振动建立谐振动方程	(147)
三、已知谐振动方程, 求 A 、 ω 、 φ 、 x 、 Δt 、 v 、 a 、 E 等	(150)
四、谐振动与动力学综合题	(153)
五、振动图线	(155)
六、同方向同频率谐振动的合成振动	(156)
七、两个相互垂直而周期成简单整数比简谐振动的合成轨	

道——李萨如图形	(157)
第七章 波动学基础	(160)
§7—1 目的要求和重点、难点	(160)
§7—2 基本概念和基本规律以及注意事项	(161)
§7—3 习题分类和解题方法	(168)
一、已知振动方程建立波动方程	(168)
二、已知波形曲线或振动曲线建立波动方程	(172)
三、波动方程在解题中的应用	(177)
四、已知波动方程三个变量 y 、 x 、 t 中任意两个变量 求第三个变量	(178)
五、波的干涉	(180)
六、驻波	(181)
§7—4 参考资料——波动的“旋转矢量推进倒 转法”	(184)
一、波动的“旋转矢量推进倒转法”	(185)
二、应用举例	(188)
三、解题示例	(193)

第三篇 分子物理学和热力学

第八章 气体分子运动论	(198)
§8—1 目的要求和重点、难点	(198)
§8—2 内容提要 and 注意事项	(199)
§8—3 习题分类及解题方法	(207)
一、理想气体状态方程的应用	(207)
二、压强的微观推导	(207)
三、微观量与宏观量的关系 (综合题)	(209)
四、麦克斯韦速率分布律	(210)

第九章 热力学的物理基础..... (213)

§ 9—1 目的要求和重点、难点..... (213)

§ 9—2 基本概念和规律..... (213)

§ 9—3 习题分类和解题方法..... (216)

一、物态变化时, 功、热量、内能的计算..... (216)

二、理想气体等值过程和绝热过程的功、热量及内能的计算..... (218)

三、循环效率或热机效率和致冷机致冷系数的计算..... (220)

第四篇 电 学

第十章 静电场..... (226)

§ 10—1 思路线索和目的要求以及重点、难点..... (226)

§ 10—2 基本概念和规律以及注意事项..... (228)

§ 10—3 专题讨论 I ——高斯定理..... (234)

一、高斯定理及注意事项..... (234)

二、利用高斯定理求电场强度的分析方法..... (239)

三、解题示例..... (241)

§ 10—4 专题讨论 II ——灵活机动的“物理积分”..... (243)

一、“物理积分”的灵活机动性..... (243)

二、“物理积分法”的解题步骤和思路..... (245)

三、解题示例..... (246)

§ 10—5 习题分类和解题方法..... (251)

一、库仑定律的应用..... (251)

二、电场力的功和电势能..... (251)

三、电场强度的计算..... (253)

四、电势的计算..... (259)

第十一章 静电场中的导体和电介质	(268)
§ 11—1 内容提要 and 注意事项.....	(268)
§ 11—2 习题分类和解题方法.....	(275)
一、计算导体上感应电荷的分布.....	(276)
二、电容器电容的计算.....	(279)
三、电场能量和电场能量变化以及机械功的计算.....	(283)
四、 D 、 E 、 U 分布及 C 、 W 的计算,并进一步计算 P 、 σ'	(287)
第十二章 电流的磁场	(309)
§ 12—1 思路线索和重点、难点.....	(309)
§ 12—2 基本概念和规律以及注意事项.....	(310)
§ 12—3 习题分类和解题方法.....	(319)
一、从基本公式出发,求某些电流的磁场或已知磁场求 其它量.....	(319)
二、从毕奥—萨伐尔定律出发,利用“物理积分法” 求已知任意形状线电流的磁场.....	(326)
三、从安培环路定律出发,利用某些磁场具有轴对称性或 均匀分布求某些闭合电流的磁场.....	(331)
四、运动电荷磁场的计算.....	(338)
第十三章 磁场对电流的作用	(343)
§ 13—1 内容提要 and 注意事项以及重点、难点.....	(343)
§ 13—2 习题分类和解题方法.....	(347)
一、磁场对电流作用力的两种计算方法(矢量叉乘法和 “物理积分法”).....	(347)
二、磁力矩的两种计算方法(矢量叉乘法和“物理积 分法”).....	(353)
三、磁力功的计算方法.....	(357)
四、带电粒子在电磁场中的运动 霍耳效应.....	(358)

五、综合解题	(363)
第十四章 电磁感应	(367)
§ 14—1 重点、难点和思路线索	(367)
§ 14—2 基本内容和注意事项	(369)
§ 14—3 专题讨论——动生电动势的两种求法	(377)
§ 14—4 习题分类和解题方法	(394)
一、感生电动势的计算	(394)
二、动生电动势的计算(见专题讨论)	(395)
三、涡旋电场的分析	(395)
四、电感的两种计算方法	(402)
五、磁场能量的两种计算方法	(409)
六、综合解题	(411)
七、暂态过程分析	(415)

第五篇 波动光学

第十五章 光的干涉	(418)
§ 15—1 目的要求和重点、难点	(418)
§ 15—2 基本概念和规律	(419)
§ 15—3 习题分类和解题方法以及典型例题	(423)
第十六章 光的衍射	(431)
§ 16—1 目的要求和重点、难点	(431)
§ 16—2 基本概念和规律	(431)
§ 16—3 习题分类和解题依据以及典型示例	(437)
第十七章 光的偏振	(442)
§ 17—1 目的要求和重点、难点	(442)
§ 17—2 基本概念和规律	(442)
§ 17—3 典型示例	(444)

第六篇 近代物理学基础

第十八章 狭义相对论基础	(450)
§ 18—1 目的要求和重点、难点.....	(450)
§ 18—2 预备知识.....	(450)
一、事件和坐标.....	(450)
二、时钟和直尺.....	(451)
三、经典力学的特点.....	(451)
§ 18—3 狭义相对论的主要论点及其应用 (大致包括: 论点、注意事项、习题分类和解题方 法、解题示例)	(453)
一、狭义相对论的两个基本假设.....	(453)
二、洛仑兹坐标变换式.....	(454)
三、狭义相对论的时空观.....	(461)
四、狭义相对论的速度变换法则.....	(471)
五、狭义相对论动力学.....	(476)
第十九章 波和粒子	(484)
§ 19—1 波粒说的发展过程.....	(484)
§ 19—2 目的要求和重点、难点.....	(486)
§ 19—3 基本概念和规律以及注意事项.....	(487)
§ 19—4 习题分类和解题指导.....	(495)
一、热辐射问题.....	(495)
二、光电效应问题.....	(495)
三、波粒两象性和德布罗意波.....	(496)
四、康普顿效应.....	(496)
第二十章 原子的量子理论	(504)
§ 20—1 目的要求和重点、难点.....	(504)

§ 20—2	思路线索和发展简史·····	(504)
§ 20—3	基本概念和基本规律·····	(506)
§ 20—4	注意事项·····	(520)
§ 20—5	习题分类和解题方法·····	(525)
一、	玻尔氢原子理论的应用·····	(525)
二、	测不准关系式的应用·····	(529)
三、	波函数的几率意义·····	(531)
四、	四个量子条件和量子数的意义·····	(533)
五、	薛定谔方程及其解·····	(535)
六、	原子中电子的排列方式·····	(537)
自我测验题·····		(539)
自我测验题解答·····		(575)

第一篇 力 学

第一章 质点运动学

§ 1—1 运动学上的一个跃进

初次接触普通物理学的学生，对大学物理运动学的研究方法往往感到不习惯。他们经常以学习中学物理运动学的习惯方法，来学习大学物理运动学。因此学习起来总感到费力。为此，有必要首先向读者粗略地介绍从初等物理运动学到大学物理运动学的跃进过程，以期对大学物理学的学习方法有个初步的了解。

初等物理运动学，主要讨论物体沿直线作“一去不复返”的匀变速运动。因此，只需以路程 s 就可确定物体的位置。其运动方程为：

$$\begin{cases} s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \\ v_t = v_0 + a t, \\ v_t^2 = v_0^2 + 2 a s. \end{cases} \quad (1-1)$$

在上列方程组中，只有两个方程是独立的，但含有五个物理量： v_0 、 v_t 、 s 、 a 、 t 。因此，必须知道其中三个量，才能通过初等数学运算求出其余两个量。可见，欲求速度、加速度，只要已知三个量，用初等数学去解方程组（1—1）即可得。初等运动学的问题，最后都归结为解方程组（1—1）。

大学物理运动学主要讨论质点在空间作曲线运动的一般规律。因此，为描述运动质点在任一时刻所处的空间位置，就必须引入空间坐标 $[x(t), y(t), z(t)]$ 或位置矢量 $\mathbf{r}(t)$ 。运动质点的

运动方程为:

$$\mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k} \quad (1-2)$$

质点的速度和加速度可通过将位置矢量 $\mathbf{r}(t)$ 对时间求一阶和二阶

导数得出。即: $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$, $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$ 。

如果物体沿 x 轴作匀变速运动, 则 $\mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i}$, 即 $r(t) = x(t)$, 这时 $v = \frac{dr}{dt} = \frac{dx}{dt}$, $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$, 对上两式进行积分, 并代入初始条件, 得:

$$\begin{cases} v = v_0 + at \\ x - x_0 = s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \end{cases}$$

这就是作匀变速直线运动物体的运动方程。

从以上分析可以看出: 从初等物理运动学到大学物理运动学, 在数学应用上的跃进是从初数到高数、标量算术运算到矢量导数和积分运算; 运动形式上的跃进是从匀变速直线运动到空间一般曲线运动。一句话, 是从特殊到一般的跃进。大学物理运动学包括初等物理运动学, 而初等物理运动学是大学物理运动学的特殊情况。

为使问题更加明确, 归纳如下表:

表 1-1

	初等物理运动学	大学物理运动学
主 要 讨 论	物体沿直线作“一去不复返”的运动	质点在空间作曲线运动
运动质点位置的确定	路 程 s	位置矢量 $\mathbf{r}$
运动方程	$\begin{cases} s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ v = v_0 + at \\ v^2 = v_0^2 + 2as \end{cases}$	$\mathbf{r}(t) = \begin{pmatrix} x(t)\mathbf{i} \\ y(t)\mathbf{j} \\ z(t)\mathbf{k} \end{pmatrix}$

描述运动的参考方向	以物体运动方向为参考正方向 (如 x 轴方向)	以直角坐标轴 x, y, z 或以自然坐标轴 τ, n 为参考方向
速度、加速度求法	解运动方程组(1—1)得到	把运动方程求一阶、二阶导数得到
应用于直线运动	是普通物理运动学的特殊情况	退化为初等物理运动学

§ 1—2 本章小结及关键要领

一、思路线索和目的要求

本章首先介绍描述运动时所用的时 (时间与时刻) 空 (参照系与坐标系) 框架及研究对象 (质点)。在此基础上引入描写质点运动的四个基本物理量: 位置矢量、位移矢量、速度矢量及加速度矢量。这一部分内容是本章的中心内容。紧接着把这一部分理论应用于直线运动, 进而讨论运动的迭加, 并以抛射体运动为例说明如何运用迭加原理。最后, 讨论变换了参照系的速度合成定理, 并引入相对位移和相对速度的概念。

读者通过本章学习, 要达到如下要求:

1. 明确如何描写质点的运动。确切地理解描写质点运动的四个物理量 (位置矢量、位移矢量、速度和加速度矢量), 以及运动的瞬时性、矢量性、独立性 (迭加性) 和相对性。
2. 明确运动方程的意义。掌握从已知的运动方程求导得到速度、加速度以及从运动方程得到轨道方程的方法, 和从已知的速度或加速度积分得出运动方程的方法。
3. 掌握匀变速直线运动的特点、规律和 $x-t$ 、 $v-t$ 、 $a-t$ 三种图线表示法, 掌握圆周运动和抛射体运动的特点和规律, 并能求解有关问题。