

大学学习指导丛书



大学物理

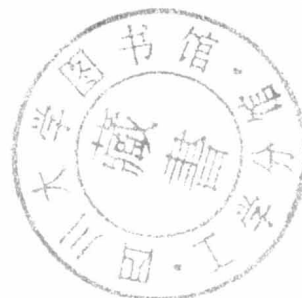
学习指导与提高

林敬与 祁祥麟 编著
张 颖 沈 嵘

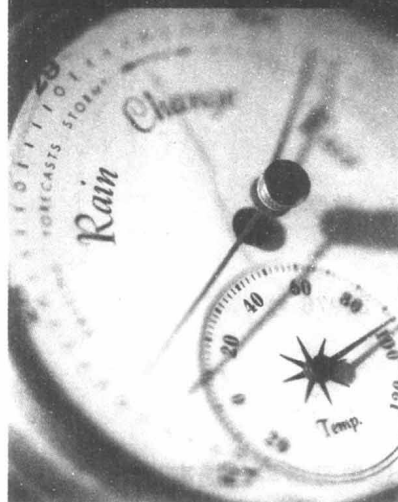


北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

大学生学习指导丛书



大学物理



学习指导与提高

林敬与 祁祥麟 编著
张颖 沈嵘

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书是根据 1995 年国家教委颁布的《大学物理课程教学基本要求》以及高等学校工科大学物理课程教学指导小组的《重点高等学校工科大学物理课程教学改革指南》编写的,目的是使学生在学习“大学物理学”课程的过程中有一本辅导材料,帮助他们更好地理解教学的基本内容和重点,达到该课程的教学基本要求。书中部分内容也可提供给学有余力的学生进一步学习物理学和考研之用。全书共 17 章,对工科大学物理学各部分内容的重点和难点给予了详细地解说,还收集和编写了一些典型例题,精选了部分思考题、习题和全真模拟试题,供读者参考。

本书作为大学物理课程的课外参考书,可供工科高校的广大师生使用,亦可作为大学非物理专业、职工夜大、电大及成人自学考试的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学习指导与提高/林敬与等编著. —北京:
北京航空航天大学出版社, 2001. 9

ISBN 7 - 81077 - 042 - X

I. 大... II. 林... III. 物理学 高等学校 教学
参考资料 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 20976 号

大学物理学习指导与提高

林敬与 祁祥麟 编著
张颖 沈嵘
责任编辑 王实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:82317024 传真:82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: pressll@publica.bj.cninfo.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

开本:787×960 1/16 印张:25.5 字数:571 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7 - 81077 - 042 - X/O · 003 定价:35.00 元

出版者序

出版的起因

随着我国高等教育改革和高等院校招生数量的不断增长,越来越多的青年学子踏入了大学的校门,开始了人生中最为绚丽多彩的大学生活。面对扑面而来的浓郁的学习气氛,置身于美丽幽静的大学校园,伴随着朗朗的读书声,无数满怀豪情的学子们意气风发,憧憬着美好的未来。当然,莘莘学子主要还是往返于教室和寝室之间,遨游于书海之中。毋庸置疑,大学的生活是浪漫美好的,但也是相当艰辛的,充满了成功的喜悦和失败的沮丧。理工类大学的学习任务相当繁重,加上现在不断压缩学时,使许多学生疲于奔命,且很少答疑,对所学的知识难以深入理解,整体上表现出一种浮躁状态。这一切都给不少同学带来了新的困惑和烦恼。为了使學生真正掌握所学知识的内涵,把握知识点,了解重点、难点和解题思路,达到事半功倍的效果,同时为帮助所有学生顺利通过各门功课,尤其是大学基础课程的考试,使他们能够不致过于艰辛地学完所有的课程。这便是我们推出这套丛书的出发点,也是我们组织出版这套丛书的主要目的所在。书中的个别地方的难度略大,主要是为部分学生日后考取研究生而做的铺垫性工作,并不是对所有学生的要求。

同类书的现状和推出本丛书的着眼点

面对五彩缤纷的同类图书,如果我们仔细观察,就会发现这些图书一直沿用着教材→辅导书→习题解答的老路在循环往复地进行。而所谓的辅导也仅是把教材中的内容加以重复而已。这就使学生有意无意间掉进了某个教材的旋涡,而不能真正抓住大纲所要求的知识点,从而导致了学生的视野狭窄,在以后的研究生入学等考试时陷于茫然不知所措的地步。

实际上,对于学生来说,必须明白的是,教材只是教学大纲的一种体现形式,日后的研究生入学考试等并不会测定学生对某种教材的掌握程度,而是要测定对大纲中所要求的知识的掌握程度。这就要求在学习时,紧扣教材,但不拘泥于教材,要在教材的基础上适当扩展视野,以大纲为主线进行学习。这是大学学习与中小学学习的最大区别,而且对于在读的天之骄子来说,掌握了方法和明确了学习的思路后,实现起来并不困难。

从学习的角度来看,一个人对新知识的学习的过程一般是“学习→理解→模糊和淡忘→再学习(复习)→再理解→…→与自身已有的知识融合”。这种规律是客观存在的,也是学校实行“讲课→作业→考试”模式的重要依据。无疑,这种教与学过程的模式化是必要的,关键是如何灵活地运用这种模式,不使学生因遵循这种模式而僵化了思路。从这一点上看,我们推出这套紧扣大纲而超越某一版本教材的辅导书,正是这样一种尝试。

编写的风格和宗旨

在本丛书策划启动时,我们与有关作者反复讨论,确定了本套丛书所要遵循的原则如下:

1. **强化大纲要求,摆脱具体教材的束缚。**如前所述,大学教学的主要目的是让学生掌握大纲所要求的知识,而不是某一个版本的教材,本丛书内容安排均是依照教学大纲而进行的,包括了教学大纲所要求的全部知识要点,而且绝大部分教材的内容也是依此安排的。这样本丛书的总体布局,甚至章节设置都与大部分教材是一致的,可使学生在学的过程中,同步使用我们的学习指导书。

2. **强调学习和做题的技巧,减少习题的数量。**做习题,实际上是对所学知识的巩固,但在一定程度上又要综合运用各方面的知识,超过了巩固知识的基本要求,而是在此基础上有所提高。于是,有些学生增加了做题的数量,力求面面俱到。这其实是不可能的,也是不必要的。大学教学的主要要求是掌握教学大纲所要求的基本知识点,并不要求学生能够求解超级难题。因此,只要掌握一定的解题技巧,能够求解中等难度的习题即可。本丛书的例题讲解多,目的是要介绍更多的技巧;习题数量有限,是既要达到复习巩固的目的,又要避免陷入茫茫题海,浪费宝贵的时间。

3. **着眼日常学习,突出应试能力。**学校考核角度来看,考试是衡量学生是否达标的基本方式。从学习角度来看,考试是促进学生把本阶段所学的知识与自身已有的知识融合起来的、达到综合提高的目的。因此,应该从两方面着手:一是临场的做题能力;二是综合提高的能力。基于这种考虑,我们在书中增加了期中和期末考试模拟题。一则是给学生多提供一个自我检测的机会,另则是促进学生全面理解所学的内容。

我们的期望

一个新生命的诞生是可以由父母控制的;而一旦诞生,其成长和发展却是其父母所无法完全控制的,也是不以任何人的意志而转移的;每个生命都依照其自身的规律成长、发展,是惟一的、个性化的。本丛书是我们一手策划的,其影响和作用却不是我们能够完全左右的,它的成败最后取决于读者的认可程度。我们期望,它能够对所有选用它的学生提供一些必要的帮助,使他们顺利学完该课程,并为日后的学习和工作打下坚实的基础。当然,学习是一个复杂的过程,并不是一套丛书能够完全解决的。同时,我们也期望读者在通过我们的图书得到知识之际,能够培养出勤奋、严谨的学习态度和坚韧顽强、不屈不挠的意志。这是所有成功人士必须具备的个人素质!

最后,向所有选用我们这套丛书的读者致意。你们的支持是我们的动力,你们的成绩也是我们的骄傲!

北京航空航天大学出版社

前 言

大学物理课程是高等学校一门重要的基础理论课程。它是以物理学基础知识为内容的物理课,包括经典物理、近代物理和物理学在科学技术上的应用等初步知识,是工程技术人员、管理人员应必备的,也是社会科学工作者应了解的。当代高新技术加速发展,科技信息量激增,知识更新速度加快等,促使高等工程教育思想向更加重视素质教育的方向转变。这必然要求加强物理等基础知识的教育,使所培养的人才有较强的适应能力。因此,“大学物理学”课程对于培养跨世纪的、参与国际竞争的各类人才来说是至关重要的一门基础课程。它一方面为学生较系统地打好必要的物理基础,另一方面使学生初步学习科学的思想方法和研究问题的方法。这对培养学生的素质、激发探索和创新精神、增强适应能力都起着重要的作用。大学物理课在培养学生辩证唯物主义世界观方面也起着一定的作用。

此外,大学物理课是在大学低年级开设的课程,它在使学生树立正确的学习态度,掌握科学的学习方法,培养独立获取知识的能力,以尽快适应大学阶段的学习规律等方面所起的作用都是十分重要的。

为适应现代科学技术发展的需要,国内外各大学都在教学内容与教学方法上进行研究和探索。为配合课堂教学,我们组织了部分教师编写了这本《大学物理学习指导与提高》,使学生在学“大学物理学”课程的过程中有一本辅导材料。本书根据1995年国家教委颁布的《大学物理课程教学基本要求》及高等学校工科大学物理课程教学指导小组的《重点高等学校工科大学物理课程教学改革指南》,给出了该课程各章的“内容提要”和“教学要求”。为了帮助学生学,对各章节内容的重点和难点给予了详细地解说,还特意收集和编写了一些典型的例题,提供学习者参考。另外,为了使学进一步深入理解和掌握相应的物理知识,书中提供了一些精选的思考题、习题和全真模拟试题。它们大多数都是北京航空航天大学“大学物理课程组”的教师在学实践中,试用了多年的思考题、习题及部分讨论课用题。习题多数具有典型的题型特征;思考题大多是针对学中的难点或重点提出的。总的数量不多,但基本上反映了“大学物理课程”的教学要求。书中有的章节是属于“基本要求”之外的内容,也有一些较难的物理题,提供进一步学“大学物理学”和准备研究生升学考试之用。每章习题中标“*”的部分习题,在该章最后一小节给出了习题的解答,作为复核的参考。

“大学物理学”课程的教学要求分为三级:掌握、理解、了解。对于要求掌握的内容(包括定理、定律、原理的内容、物理意义及适用条件)都应透彻地理解,并能熟练地用以分析和计算工科大学物理课水平的有关问题;对于那些能由基本定律导出的定理要求会推导。对于要求理解的内容(包括定理、定律、原理的内容、物理意义及适用条件)都应明了,并能用以分析和计算

工科大学物理水平的有关问题;对于那些能由基本定律导出的定理不要求会推导。对于要求了解的内容,应该知道所涉及问题的现象和有关实验,并能对它们进行定性解释,还应知道与问题直接有关的物理量和公式等的物理意义;对于要求了解的内容,在经典物理部分不要求定量计算,在近代物理部分要求能做代公式性质一类的计算。本书各章中的教学要求是大学物理课程的基本教学要求,不是教学要求的全部。显然,对于不同专业,不同学校,它不会是相同的。

本书由林敬与主编,林敬与、祁祥麟、张颖、沈嵘编写。全书共分17章。第1、2、3、4、5、6章以及第14、15章由林敬与编写,第7、8、9、10、11章由祁祥麟编写,第12、13章由张颖编写,第16、17章由沈嵘编写,全书由林敬与统稿。

在本书出版之际,对北京航空航天大学“大学物理课程组”全体教师以及支持和参与本书出版的各位老师表示感谢。

本书难免有不足和错误之处,敬请指点。

编者于北航
2000年12月

中国电子学会

《无线电爱好者丛书》编委会

主 任： 杜肤生

副 主 任： 徐修存 宁云鹤 李树岭

编 委： 王晓丹 王亚明 刘宪坤

王明臣 刘 诚 孙中臣

安永成 郑凤翼 赵桂珍

聂元铭 郑春迎 孙景琪

李勇帆 刘文铎 陈有卿

徐士毅 于世均 贾安坤

张国峰 唐素荣 姚予疆

无线电爱好者丛书前言

众所周知,迅速发展着的无线电电子技术,是一门应用十分广泛的现代科学技术。它的发展水平和普及程度是现代化水平的重要标志。为了普及电子技术知识,培养更多的无线电爱好者,适应现代化建设的需要,中国电子学会和人民邮电出版社约请有关专家编写了这套《无线电爱好者丛书》。

本丛书从无线电爱好者的实际条件出发,按照理论联系实际的指导思想,深入细致地讲述各种无线电元器件和常用电子电路的原理;介绍各种家用电器、电子设备(如收音机、扩音机、录音机、电视机、录像机、电子计算机、计算器、复印机、电子相机、常用电子仪器仪表、电子钟表、电冰箱、空调器、洗衣机、吸尘器、电风扇、电热器具等)的工作原理、制作技术、使用和维修方法,为无线电爱好者提供所需的各种技术资料及有关工具书,使读者通过阅读本丛书和不断动手实践,能逐步掌握应用电子技术的基本技能。本丛书的读者对象是各行各业的广大无线电爱好者。

我们衷心希望广大电子科学技术工作者、专家、学者和无线电爱好者,对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见,给予帮助。让我们共同努力,为普及无线电电子技术,为实现我国现代化做出贡献。

目 录

第1章 质点运动学

- 1.1 本章概要——1
 - 1.1.1 内容提要——1
 - 1.1.2 教学要求——1
- 1.2 重点与难点指导——2
 - 1.2.1 运动的相对性和坐标系——2
 - 1.2.2 运动学是力学的一个组成部分——2
 - 1.2.3 基本物理量——2
 - 1.2.4. 相对运动——5
- 1.3 典型例题解析——6
- 1.4 练习与提高——12
 - 1.4.1 思考题——12
 - 1.4.2 习 题——13
 - 1.4.3 部分习题解答——15

第2章 牛顿运动定律

- 2.1 本章概要——18
 - 2.1.1 内容提要——18
 - 2.1.2 教学要求——19
- 2.2 重点与难点指导——19
 - 2.2.1 惯性与惯性系——19
 - 2.2.2 离心力和惯性离心力——20
 - 2.2.3 牛顿运动方程——20
 - 2.2.4 力的叠加原理——21
 - 2.2.5 几种常见力——21

- 2.2.6 力学的单位制和量纲——24
- 2.2.7 力学解题步骤——25
- 2.2.8 非惯性系中力学规律——25
- 2.3 典型例题解析——26
- 2.4 练习与提高——30
 - 2.4.1 思考题——30
 - 2.4.2 习 题——31
 - 2.4.3 部分习题解答——33

第3章 功和能

- 3.1 本章概要——35
 - 3.1.1 内容提要——35
 - 3.1.2 教学要求——36
- 3.2 重点与难点指导——36
 - 3.2.1 功的概念——36
 - 3.2.2 动能定理——37
 - 3.2.3 势 能——37
 - 3.2.4 功能原理——39
 - 3.2.5 机械能守恒定律——39
- 3.3 典型例题解析——40
- 3.4 练习与提高——44
 - 3.4.1 思考题——44
 - 3.4.2 习 题——45
 - 3.4.3 部分习题解答——48

第4章 冲量和动量

- 4.1 本章概要——51

- 4.1.1 内容提要——51
- 4.1.2 教学要求——52
- 4.2 重点与难点指导——52
 - 4.2.1 动量与冲量——52
 - 4.2.2 质点动量定理——53
 - 4.2.3 冲 力——54
 - 4.2.4 动量守恒定律——55
 - 4.2.5 碰撞现象——55
- 4.3 典型例题解析——57
- 4.4 练习与提高——63
 - 4.4.1 思考题——63
 - 4.4.2 习 题——63
 - 4.4.3 部分习题解答——65

第5章 刚体定轴转动

- 5.1 本章概要——68
 - 5.1.1 内容提要——68
 - 5.1.2 教学要求——69
- 5.2 重点与难点指导——69
 - 5.2.1 刚体一般运动——69
 - 5.2.2 刚体定轴转动——69
 - 5.2.3 角速度矢量——70
 - 5.2.4 力 矩——70
 - 5.2.5 刚体定轴转动定律——71
 - 5.2.6 力矩的功——72
 - 5.2.7 定轴转动动能定理——72
 - 5.2.8 动量矩和动量矩定理——72
 - 5.2.9 动量矩守恒定律——74
- 5.3 典型例题解析——75
- 5.4 练习与提高——80
 - 5.4.1 思考题——80
 - 5.4.2 习 题——81
 - 5.4.3 部分习题解答——84

第6章 机械振动基础

- 6.1 本章概要——86
 - 6.1.1 内容提要——86
 - 6.1.2 教学要求——87
- 6.2 重点与难点指导——87
 - 6.2.1 简谐振动——87
 - 6.2.2 阻尼振动——95
 - 6.2.3 受迫振动——96
- 6.3 典型例题解析——97
- 6.4 练习与提高——101
 - 6.4.1 思考题——101
 - 6.4.2 习 题——102
 - 6.4.3 部分习题解答——104

第7章 真空中的静电场

- 7.1 本章概要——107
 - 7.1.1 内容提要——107
 - 7.1.2 教学要求——110
- 7.2 重点与难点指导——110
 - 7.2.1 点电荷与库仑定律——110
 - 7.2.2 电场强度、电场力与试探电荷——111
 - 7.2.3 高斯定理——113
 - 7.2.4 电势及电场强度与电势的微分关系——114
 - 7.2.5 求电场强度和电势的方法——117
- 7.3 典型例题解析——119
- 7.4 练习与提高——127
 - 7.4.1 思考题——127
 - 7.4.2 习 题——129
 - 7.4.3 部分习题解答——133

第 8 章 导体和电介质中的静电场

- 8.1 本章概要——139
 - 8.1.1 内容提要——139
 - 8.1.2 教学要求——142
- 8.2 重点与难点指导——142
 - 8.2.1 关于导体的静电平衡条件——142
 - 8.2.2 导体空腔内外的电场——143
 - 8.2.3 电介质的极化——144
 - 8.2.4 极化强度与极化电荷的关系——145
 - 8.2.5 有电介质存在时的高斯定理——147
 - 8.2.6 电位移与电场强度的关系——148
- 8.3 典型例题解析——149
- 8.4 练习与提高——158
 - 8.4.1 思考题——158
 - 8.4.2 习 题——159
 - 8.4.3 部分习题解答——163

第 9 章 恒定电流与真空中的恒定磁场

- 9.1 本章概要——168
 - 9.1.1 内容提要——168
 - 9.1.2 教学要求——171
- 9.2 重点与难点指导——171
 - 9.2.1 恒定电流——171
 - 9.2.2 恒定电场与静电场的比较——172
 - 9.2.3 电动势——173
 - 9.2.4 磁感应强度的三种定义——174
 - 9.2.5 毕-萨定律与库仑定律的比较——176

- 9.2.6 关于安培环路定理——177
- 9.2.7 洛伦兹力与安培力——178
- 9.2.8 求磁感应强度的方法——179
- 9.3 典型例题解析——180
- 9.4 练习与提高——188
 - 9.4.1 思考题——188
 - 9.4.2 习 题——189
 - 9.4.3 部分习题解答——193

第 10 章 磁介质中的恒定磁场

- 10.1 本章概要——198
 - 10.1.1 内容提要——198
 - 10.1.2 教学要求——199
- 10.2 重点与难点指导——199
 - 10.2.1 磁介质及其磁化的微观定性解释——199
 - 10.2.2 有磁介质存在时的安培环路定理——202
 - 10.2.3 磁场强度与磁感应强度的关系——203
- 10.3 典型例题解析——203
- 10.4 练习与提高——206
 - 10.4.1 思考题——206
 - 10.4.2 习 题——207
 - 10.4.3 部分习题解答——208

第 11 章 电磁感应和电磁场

- 11.1 本章概要——209
 - 11.1.1 内容提要——209
 - 11.1.2 教学要求——212
- 11.2 重点与难点指导——213
 - 11.2.1 电磁感应定律的两种表述——213

- 11.2.2 计算动生电动势和感生电动势的方法——213
- 11.2.3 感生电场——215
- 11.2.4 位移电流——216
- 11.2.5 关于麦克斯韦方程组——217
- 11.2.6 电磁场的物质性 场与实物的比较——220
- 11.3 典型例题解析——221
- 11.4 练习与提高——228
 - 11.4.1 思考题——228
 - 11.4.2 习 题——229
 - 11.4.3 部分习题解答——234

第12章 气体动理论

- 12.1 本章概要——238
 - 12.1.1 内容提要——238
 - 12.1.2 教学要求——239
- 12.2 重点与难点指导——240
 - 12.2.1 基本概念——240
 - 12.2.2 理想气体的压强公式——240
 - 12.2.3 麦克斯韦速率分布律——241
 - 12.2.4 温度的微观本质——242
 - 12.2.5 能量均分定理——242
 - 12.2.6 理想气体的内能——243
- 12.3 典型例题解析——244
- 12.4 练习与提高——247
 - 12.4.1 思考题——247
 - 12.4.2 习 题——248
 - 12.4.3 部分习题解答——249

第13章 热力学

- 13.1 本章概要——252
 - 13.1.1 内容提要——252
 - 13.1.2 教学要求——254

- 13.2 重点与难点指导——254
 - 13.2.1 基本概念——254
 - 13.2.2 热力学第一定律——256
 - 13.2.3 热力学第二定律——257
- 13.3 典型例题解析——259
- 13.4 练习与提高——262
 - 13.4.1 思考题——262
 - 13.4.2 习 题——264
 - 13.4.3 部分习题解答——267

第14章 机械波

- 14.1 本章概要——271
 - 14.1.1 内容提要——271
 - 14.1.2 教学要求——272
- 14.2 重点与难点指导——272
 - 14.2.1 波的产生——272
 - 14.2.2 波的几何描述——273
 - 14.2.3 相速度和群速度——273
 - 14.2.4 波函数——274
 - 14.2.5 波的能量——275
 - 14.2.6 波的衍射——275
 - 14.2.7 波的干涉——276
 - 14.2.8 驻 波——277
 - 14.2.9 多普勒效应——278
- 14.3 典型例题解析——280
- 14.4 练习与提高——283
 - 14.4.1 思考题——283
 - 14.4.2 习 题——284
 - 14.4.3 部分习题解答——287

第15章 波动光学基础

- 15.1 本章概要——291
 - 15.1.1 内容提要——291
 - 15.1.2 教学要求——292

15.2 重点与难点指导——293	17.1.2 教学要求——338
15.2.1 单色光——293	17.2 重点与难点指导——339
15.2.2 光的叠加原理——293	17.2.1 热辐射——339
15.2.3 光的干涉——293	17.2.2 光电效应——341
15.2.4 杨氏双缝实验——295	17.2.3 康普顿效应——342
15.2.5 薄膜干涉——295	17.2.4 物质波——344
15.2.6 多光束干涉——298	17.2.5 量子力学——346
15.2.7 光的衍射——298	17.2.6 原子理论——350
15.2.8 光的偏振——301	17.2.7 激 光——354
15.3 典型例题解析——303	17.2.8 固体的能带——356
15.4 练习与提高——306	17.3 典型例题解析——358
15.4.1 思考题——306	17.4 练习与提高——362
15.4.2 习 题——307	17.4.1 思考题——362
15.4.3 部分习题解答——310	17.4.2 习 题——363
第 16 章 狭义相对论力学基础	17.4.3 部分习题解答——365
16.1 本章概要——314	大学物理模拟试卷 I ——369
16.1.1 内容提要——314	大学物理模拟试卷 I 参考解答及模拟
16.1.2 教学要求——316	评分标准——372
16.2 重点与难点指导——316	大学物理模拟试卷 II ——375
16.2.1 基本概念——316	大学物理模拟试卷 II 参考解答及模拟
16.2.2 洛伦兹变换——318	评分标准——379
16.2.3 狭义相对论的时空观——320	大学物理力学部分模拟试卷——382
16.2.4 狭义相对论力学——321	试题参考答案及模拟评分标准——385
16.3 典型例题解析——323	大学物理静电学部分模拟试题——386
16.4 练习与提高——330	试题参考解答及模拟评分标准——389
16.4.1 思考题——330	大学物理硕士生入学考试模拟
16.4.2 习 题——330	试卷——391
16.4.3 部分习题解答——333	试题参考答案及模拟评分标准——393
第 17 章 量子物理基础	
17.1 本章概要——335	
17.1.1 内容提要——335	

第 1 章

质点运动学

1.1 本章概要

本章研究质点在空间的位置及其变化,它的讨论不涉及运动的原因。

1.1.1 内容提要

1. 参考系

用来确定运动物体位置的参照物或物体系。

2. 运动方程

质点运动方程 $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t)$

位置矢量(位矢) $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t) = x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} + z\boldsymbol{k}$

位移矢量 $\Delta\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t + \Delta t) - \boldsymbol{r}(t)$

3. 速度和加速度

速度 $\boldsymbol{v} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt} = v\boldsymbol{v}^0$; 加速度 $\boldsymbol{a} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = a\boldsymbol{a}^0$

角速度 $\omega = \frac{d\theta}{dt}$; 角加速度 $\beta = \frac{d\omega}{dt}$

4. 切向加速度和法向加速度

$$\boldsymbol{a} = \frac{v^2}{\rho}\boldsymbol{e}_n + \frac{dv}{dt}\boldsymbol{e}_\tau$$

其中, $a_\tau = \frac{dv}{dt}$ 称为切向加速度, $a_n = \frac{v^2}{\rho}$ 称为法向加速度。

5. 二个相互作用平动的坐标系之间的速度、加速度的关系

$$\boldsymbol{v}_{mO} = \boldsymbol{v}_{mO'} + \boldsymbol{v}_{O'O}$$

$$\boldsymbol{a}_{mO} = \boldsymbol{a}_{mO'} + \boldsymbol{a}_{O'O}$$

1.1.2 教学要求

- ① 理解质点、刚体、惯性系等概念,会选用合适的参考系、坐标系。会通过量纲或单位来判断某些力学问题的结果是否合理。
- ② 掌握位置矢量、速度、加速度、角速度、角加速度、运动方程和轨迹。对一些涉及简单积

分的质点平面运动问题,能根据给定的速度或加速度以及初值条件求运动方程。

- ③ 掌握切向加速度和法向加速度的概念。能熟练计算圆周运动中质点的切向、法向加速度,并能计算简单的平面曲线运动(以抛体运动为主)中质点的切向、法向加速度。
- ④ 理解伽利略坐标、速度变换。

1.2 重点与难点指导

1.2.1 运动的相对性和坐标系

任意一个物体运动的描述都是以一定的参考物为基点。比如,一艘轮船在行进,这是岸上人的结论,轮船上的人看到了轮船在逐渐离岸,而轮船在他的脚下,没有移动。再比如,地球卫星的运动轨道,以地心为参考物,是一个平面椭圆曲线;若以太阳为参考物,将是一个以地球绕日公转轨道为轴线的螺旋曲线。对于不同的参考物,同一运动可有不同的描写,运动的描写是相对的。这就是运动的相对性。正是由于运动的相对性的存在,要描写某个物体的确切位置,则必须给出参考系。

通常必须指明描写运动的参考系,但是约定:如果采用的是地面参考系则可以不必特意指出。

坐标系是参考系的量化。在大学物理学的力学中常用的坐标系是直角坐标系、极坐标系等。

1.2.2 运动学是力学的一个组成部分

物体与物体之间或物体内各部分之间相对位置发生变化,称为机械运动。只研究物体的位置及其变化,不追究引起物体运动原因的这一部分力学内容称为运动学。它研究如何描述物体的机械运动,以及描述物体运动的物理量间的关系。在运动学中主要的物理量有位置矢量、位移、速度、加速度以及运动轨道等。运动方程和各物理量随时间变化的规律是运动学研究的重点。

1.2.3 基本物理量

1. 位 矢

质点位于空间 P 点处。从原点 O 引向 P 点的矢量 $\boldsymbol{r}$,如图 1-1 所示,用它来描写物体在空间的位置,称之为位置矢量。

$$\boldsymbol{r} = r \boldsymbol{r}^0$$

在直角坐标系中 $\boldsymbol{r} = x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} + z\boldsymbol{k}$

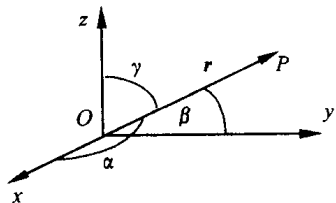


图 1-1

$$\text{大小: } r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \text{ 方向 } \begin{cases} \cos \alpha = \mathbf{r}^0 \cdot \mathbf{i} \\ \cos \beta = \mathbf{r}^0 \cdot \mathbf{j} \\ \cos \gamma = \mathbf{r}^0 \cdot \mathbf{k} \end{cases}$$

位置随时间变化的方程式称为运动方程

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$$

在直角坐标系中: $x = x(t)$; $y = y(t)$; $z = z(t)$;

平面轨道方程: $y = y(x)$

2. 位移矢量

位移矢量 $\Delta \mathbf{r} \equiv \mathbf{r}_B - \mathbf{r}_A$, 如图 1-2 所示。

位移不是轨迹: $|\Delta \mathbf{r}| \neq \Delta s$

另外 $|\mathbf{r}_A| = r_A$, $|\mathbf{r}_B| = r_B$; 而 $|\Delta \mathbf{r}| \neq \Delta r = r_B - r_A$

3. 速度

速度是描写运动快慢的物理量。

(1) 平均速度: 如图 1-3 所示。

$$\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} \quad \text{大小: } \frac{|\Delta \mathbf{r}|}{\Delta t}$$

$$\text{方向: 同 } \Delta \mathbf{r}$$

(2) 瞬时速度

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = v \mathbf{v}^0$$

$$\text{大小: } \left| \frac{d\mathbf{r}}{dt} \right| = \frac{|d\mathbf{r}|}{dt} = \frac{ds}{dt} = v$$

方向: 同 $d\mathbf{r}$

单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

在直角坐标系中, 如图 1-4 所示。

$$\mathbf{v} = v_x \mathbf{i} + v_y \mathbf{j} = \frac{dx}{dt} \mathbf{i} + \frac{dy}{dt} \mathbf{j}$$

$$\begin{cases} v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \\ \theta_v = \arctan \frac{v_y}{v_x} \end{cases}$$

4. 加速度

(1) 平均加速度

$$\bar{\mathbf{a}} \equiv \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} \quad \text{大小: } \frac{|\Delta \mathbf{v}|}{\Delta t} \quad \text{方向: 同 } \Delta \mathbf{v}$$

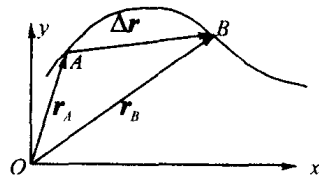


图 1-2

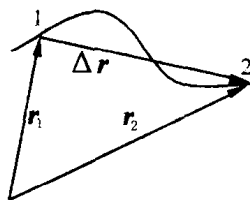


图 1-3

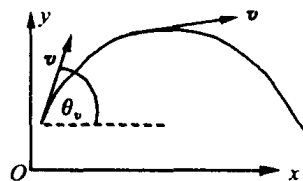


图 1-4