

硕士生入学考试
基础课自学丛书



物理学

陈广汉 主编

高等教育出版社

04/206

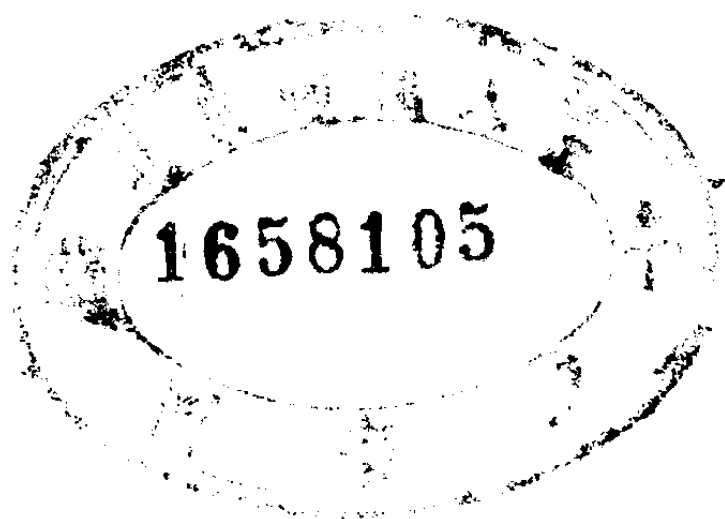
硕士生入学考试基础课自学丛书

物 理 学

陈广汉 主编

郑秀英 李耀福 编
杨文英 张正风

511/167/19



高等教育出版社

(京) 112号

内 容 提 要

本书是为高等工科院校学生(包括本科生、电大、夜大和函授等类型院校的毕业生)在报考硕士生时进行考前自学或复习而编写的一本参考书。

本书根据硕士生入学全国统考物理课命题原则及要求,在工科大学物理的基础上,对工科大学物理各章的内容作了系统的总结、归纳和提高,以帮助读者复习、掌握所学的物理知识,并可起到温故而知新的作用。全书各章都编入了一定数量难度略高于工科大学物理学中的例题,以提高读者的解题能力。同时,各章还配备了一定数量的习题,如判断题、计算题等,以帮助读者灵活运用所学的物理知识,并因此而达到复习的目的。

硕士生入学考试基础课自学丛书

物 理 学

陈广汉 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

民族印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 17 字数 410 000

1993年8月第1版 1993年8月第1次印刷

印数 0001—3 140

ISBN 7-04-002393-8/O·810

定价 10.50 元

硕士生入学考试基础课自学丛书

编写委员会

主任委员	李煌果
副主任委员	过增元
委员	沈永欢
	张 黯
	陈广汉
	袁道之
	朱开云
	范印哲
	王秀卿

前 言

本书是为了帮助高等工科院校本科、电大、夜大和函授等类型院校的毕业生，在报考研究生前进行自学复习而编写的。书中针对工科大学物理所应掌握的内容和基本要求以及研究生考试的要求，进行了较系统、重点的介绍，同时针对历年教学实践所积累的有关学生比较容易出现的问题及对概念等的错误理解进行了分析，给予了正确的理解，以达到巩固和提高所学物理知识的目的。在各章中我们又选取了一定数量的例题，对其进行分析和讲解，以提高读者灵活运用物理定律和概念解决大学物理问题的能力。在各章中还选择了一定数量的习题，以帮助读者巩固和运用所学的物理知识，达到复习的目的。

本书力学由郑秀英和张正风编写，分子物理学和热力学由陈广汉和郑秀英编写，电磁学由李耀福编写，机械振动由郑秀英编写，机械波、光学和近代物理由杨文英编写。陈广汉负责总的编写工作。由于编者水平及时间紧促，书中难免有很多缺点，恳切希望读者提出宝贵的意见。

编 者

1988 年 10 月

前 言

研究生教育担负着为祖国的“四化”建设培养高等学校师资、科研人员以及从事各种实际工作的高级专门人才的任务。近几年来,我国的研究生教育有了较快的发展,进行了包括硕士学位研究生、研究生班研究生和委托培养研究生、定向培养研究生等在内的多类型、多类别的招生和培养。报考的人员也从过去主要是应届本科毕业生,逐步发展到在职人员已成为研究生考生的稳定来源,其中还包括普通高等专科学校、电视大学、夜大学、函授大学等毕业,经过一段工作和自学达到同等学历,有志深造和提高了的青年报考。总之,越来越多的人希望得到一个学习、提高和深造的机会,以便更好地为祖国的社会主义建设贡献力量。

据有关出版部门反映,很多的应考者和自学者纷纷向他们询问,以求能够得到有关研究生入学考试的基础课方面的自学辅导教材。但目前这种较系统的资料尚少,不能满足广大读者的需要。为此,受高等教育出版社的委托,我们编写了这套《研究生入学考试基础课自学丛书》。

《丛书》按全国研究生入学考试的统考科目和有关课程暂分为《马克思主义理论课》(即《政治》)、《数学》、《英语》、《物理》、《化学》等五册。丛书是根据各科教学大纲的要求,并针对近年来在研究生入学考试中考生遇到的一些疑难和容易产生错误的问题,按照突出重点,加强实践,复习巩固和提高的原则编写的。内容包括学习的目的和要求,基本原理的概述,疑难问题的解答,并对以往研究生入学考试中的有关问题进行有侧重的讲解,还注意了对解题能力、理解能力和综合运用所学知识的能力的培养和提高。本套

《丛书》可供在职人员和在校生为提高学业水平及报考研究生学习使用,可做为大学生的课外读物,也可供电视大学、夜大学、函授大学的学员、教师和教研人员在学习和教学时参考。读者在使用本书时,不应满足于能够解答书中的问题,而应在原有知识的基础上,进行比较系统的复习、综合和深化,以便在研究生入学考试的基础课方面取得较好的成绩。

参加《丛书》编写的有北京大学、北京工业学院、北京化工学院、北京经济学院、北京工业大学和中国科技大学研究生院的有关专家、教授。北京市高等学校招生办公室的李建立同志做了大量的组织工作。我们衷心的希望此书对于应考者和广大的自学者能有所裨益,但因时间仓促,定有不妥和疏漏之处,恳请读者指正。

《丛书》编委会

一九八七年六月

741/169/119

序

《中共中央关于教育体制改革的决议》指出，教育必须为社会主义建设服务，社会主义建设必须依靠教育。

研究生教育是一个高层次的教育，是我国高等教育体系中的重要组成部分。它担负着为国家培养高级专门人才的任务，这些人才在本门学科专业方面应具有坚实的基础理论和系统的专门知识，能够从事科学研究、教学工作以及各种实际工作。走上工作岗位后，他们将是科学研究的生力军，是各行各业的骨干力量，有的经过锻炼和提高还将担负更为重要的工作。

一九七八年以来，在党中央的关怀下，我国的研究生教育得以较快的恢复和发展。招生、培养和学位授予工作不断改进，教育质量不断提高。这几年，全国共招收研究生 16.6 万人，其中博士生 7000 多人，已毕业研究生 5.1 万人，其中博士生 700 多人。目前在校研究生共 11 万多人，其中博士生 7000 人。现在我国研究生教育有博士生、硕士生两个层次，有博士生、硕士生和研究生班研究生三种类型；从学习方式讲，有脱产学习研究生和在职学习研究生；从分配去向讲，除有国家计划内实行统一分配的外，还有委托培养研究生和定向培养研究生；同时，还开展了联合招生和联合培养的工作。根据国家教委 1985 年提出的“七五”期间研究生教育要贯彻“保证质量，稳步发展”的方针，我国的研究生教育正在以提高质量为中心，稳步地向前发展中。

我们培养出来的研究生，应该是有理想、有道德、有文化、有纪律的专门人才，而且在“四有”方面还应有更高的要求；应该做到坚持四项基本原则，有较好的马克思主义理论基础、自觉地执行党的

路线、方针和政策；应该既有远大的革命理想，又有艰苦奋斗为人民献身的精神，在各项实际工作中继往开来，开拓前进，为祖国社会主义现代化建设的伟大事业做出贡献。

为能切实做好研究生教育工作，在招生、培养、学位授予等主要环节上，都应从提高培养质量着眼。培养质量应当包括政治素质和业务素质两个方面。这里有培养单位在各个环节各个方面的一系列工作，还要有学生自身的努力。各级各类人才的培养，包括高级专门人才的培养，当然必须要靠各级各类学校，但是学校培养不是唯一途径，实际工作中的培养和锻炼，各种形式自学提高，也起着十分重要的作用。研究生的招生和培养，必须充分重视理论联系实际这个根本问题。要不断创造条件，多招收在职人员入学，在培养过程中，结合我国建设的需要及研究生教育发展的现状，更多地培养应用型人才，培养各方面的实际工作者，在整个培养过程中都应贯彻理论结合实际这一原则。国家教委多次强调，注意多招收有一定实际工作经验的优秀在职人员，特别是应用性学科、实际技能要求比较强的学科，更应做好这方面的工作。关于这一点，应该说现在是有条件的。恢复高考以后，自1981年开始有一批批的大学本科毕业生走上社会，他们当中的许多人在实际工作中坚持自学，准备报考研究生；同时，近几年我国的成人高等教育有了较大的发展，在这部分毕业生中有学习好、工作好、表现好的青年，立志深造，坚持业余自学，也在准备报考研究生。所以说，现在研究生考生在社会上有了较稳定的来源。

青年人应该有一点自学精神，不仅没有上大学的青年需要自学，受过高等教育的人同样需要自学。这里说的自学，是根据社会的发展，科技的进步，特别是国家建设的需要而进行的知识技能的不断补充、完善和更新。因此，任何人，无论是否受过高等教育，都有一个自学提高的任务。只有这样，我们的青年同志在祖国的四

化建设中,在各自的工作岗位上,才能做出较大的成绩和贡献。同样,青年同志在自学时,应有一个明确的目标和具体打算,但有一点是应强调的,那就是要兼顾基础理论和专业知识两个方面。再则,从事不同学科专业的学习和从事不同行业在不同岗位上工作的同志,还需要建立一个理想的知识结构。这就要根据祖国四化建设的需要,坚持理论联系实际,运用所学知识搞好工作,在实际工作中又要坚持自学不断提高。

现在有越来越多的青年报考研究生,希望有个提高的机会,这是一件很好的事情。但也应指出,考取研究生只是提高的一种途径,而不是唯一的途径。因而,有志青年不论是否考取研究生,都应懂得“人贵在学习,学贵在恒”的道理,坚持不懈地在科学的道路上攀登,正如马克思所说:“在科学上面是没有平坦的大路可走的,只有那在崎岖小路的攀登上不畏劳苦的人,有希望到达光辉的顶点”。

李煌果

一九八七年八月

目 录

第一篇 力学的物理基础

第一章 质点运动学	1
§ 1-1 参照系 表征质点运动特征的一些物理量.....	2
§ 1-2 坐标系 运动叠加原理.....	4
§ 1-3 相对运动.....	13
§ 1-4 解题方法I.....	14
习题.....	22
第二章 质点动力学和质点组动力学	28
第一部分 质点动力学	28
§ 2-1 牛顿运动定律 解题方法 II.....	28
§ 2-2 冲量和动量 功和动能.....	39
第二部分 质点组动力学	45
§ 2-3 质点组的动量定理和动量守恒定律.....	45
§ 2-4 质点组的动能定理 势能 功能原理 机械能守恒定律.....	47
§ 2-5 解题方法III.....	51
习题.....	64
第三章 刚体的运动	72
§ 3-1 力矩、转动惯量和转动定律.....	73
§ 3-2 平行轴定理和垂直轴定理.....	77
§ 3-3 质心和质心运动定律.....	80
§ 3-4 刚体的平面运动.....	82
§ 3-5 冲量矩和动量矩 力矩的功和转动动能.....	84
§ 3-6 解题方法总结.....	89
习题.....	95

第二篇 分子物理学和热力学

第四章 气体分子运动论	100
--------------------------	-----

§ 4-1	平衡状态 状态参量 理想气体 状态方程	100
§ 4-2	理想气体的压强公式和温度公式	105
§ 4-3	能量按自由度均分原理 理想气体的内能	108
§ 4-4	麦克斯韦分子速率分布定律	110
§ 4-5	玻耳兹曼分布定律	118
§ 4-6	分子的平均碰撞频率和平均自由程	120
§ 4-7	气体内的迁移现象及基本规律	121
§ 4-8	范德瓦耳斯方程	123
习题		126
第五章 热力学基础		129
§ 5-1	热力学第一定律及其应用	129
§ 5-2	循环过程与热机效率	141
§ 5-3	热力学第二定律	147
* § 5-4	熵 熵增加原理	149
习题		154

第三篇 机械振动和机械波

第六章 机械振动		159
§ 6-1	简谐振动	159
§ 6-2	简谐振动的判定	170
§ 6-3	简谐振动的合成	178
习题		181
第七章 机械波		184
§ 7-1	横波 纵波 波动方程	184
§ 7-2	波的能量	196
§ 7-3	惠更斯原理	198
§ 7-4	波的干涉 驻波	200
§ 7-5	多普勒效应	207
习题		210

第四篇 电 磁 学

第八章 静电场 静电场中的电介质	214
§ 8-1 库仑定律 电场强度.....	215
§ 8-2 高斯定理.....	230
§ 8-3 电势.....	238
§ 8-4 场强与电势的关系.....	249
§ 8-5 静电场中的电介质.....	256
习题.....	265
第九章 静电场中的导体	271
§ 9-1 静电平衡条件 静电屏蔽.....	271
§ 9-2 电容.....	281
§ 9-3 电场的能量.....	290
习题.....	297
第十章 电流的磁场 磁介质	301
§ 10-1 磁场 磁场的高斯定理.....	301
§ 10-2 毕奥-萨伐尔定律.....	303
§ 10-3 安培环路定理.....	314
§ 10-4 磁介质.....	319
习题.....	324
第十一章 磁场对电流的作用	328
§ 11-1 安培定律.....	328
§ 11-2 磁场对载流线圈的作用.....	337
§ 11-3 磁场力对运动载流导线和线圈作的功.....	340
§ 11-4 洛伦兹力 带电粒子在电磁场中的运动.....	344
习题.....	349
第十二章 电磁感应 电磁场理论的基本概念	355
§ 12-1 电磁感应的基本规律.....	355
§ 12-2 自感 互感 磁场能量.....	376
§ 12-3 麦克斯韦电磁场理论的基本概念.....	391
习题.....	398

第五篇 波动光学

第十三章 光的干涉	403
§ 13-1 发光机理与相干性	404
§ 13-2 相干光的获得	409
§ 13-3 平行平面薄膜的干涉	416
§ 13-4 等厚干涉	419
§ 13-5 干涉仪	424
习题	427
第十四章 光的衍射	432
§ 14-1 单缝的夫琅和费衍射	432
§ 14-2 光栅衍射	436
§ 14-3 光学仪器的分辨率	442
习题	445
第十五章 光的偏振	448
§ 15-1 偏振光的获得	448
§ 15-2 偏振光的干涉	458
习题	462

第六篇 近代物理

第十六章 狭义相对论	465
§ 16-1 狭义相对论基本原理和洛仑兹变换	465
§ 16-2 狭义相对论运动学	472
§ 16-3 狭义相对论动力学	476
习题	481
第十七章 量子物理	483
§ 17-1 黑体辐射 普朗克量子理论	483
§ 17-2 光电效应 爱因斯坦光子理论	486
§ 17-3 氢原子光谱 玻尔氢原子理论	491
§ 17-4 量子力学的基本概念	496
习题	505

第一篇 力学的物理基础

力学是研究物体或物体系机械运动规律的学科，按照研究对象的不同，可分为质点力学、质点组力学、刚体力学和流体力学等部分。质点、质点组、刚体或流体等都是将物体或物体系经简化、抽象后而得到的物理模型。力学中所研究的并不是完全真实物体的本身，而是这些物理模型。本篇仅研究质点力学、质点组力学及刚体力学的部分内容。

力学又区分为运动学、动力学和静力学。运动学是研究机械运动的描述问题；动力学是研究运动发生变化的原因；静力学是研究在怎样的条件下物体处在平衡状态，静力学可以看做是动力学的特殊情况。

第一章 质点运动学

机械运动的描述，就是要找出质点运动的空间、时间关系，其方法有列表、图象和解析三种。本章主要介绍解析方法。为了描述质点的运动，需要引入一系列表征质点运动特征的物理量。为了深刻认识、理解并应用这些物理量，我们应当了解它们是如何引入的、它们之间以及它们与参照系和坐标系之间的关系。

§ 1-1 参照系 表征质点运动特征的一些物理量

一、参照系

宇宙万物都处在永恒的运动之中,运动是物体的本性,是绝对的,但对运动的描述则是相对的.对一物体运动的描述总是相对某个或某几个相互间没有相对运动的物体而进行的,我们把这个或几个物体称为参照系.

参照系确定以后,就能描绘出质点运动的轨道.例如质点在空间的运动轨道为直线时,可称为直线运动;质点在空间的运动轨道为曲线时,可称为曲线运动.

二、表征质点运动特征的一些物理量

参照系确定以后,能够给出下述各物理量的定义:

1. 路程 质点从 t 时刻到 $t + \Delta t$ 时刻所经过的轨道长度,称为质点在 Δt 时间内的路程,以 ΔS 表示.

2. 平均速率
$$\bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1-1)$$

3. 瞬时速率
$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} \quad (1-2)$$

v 称为质点在 t 时刻的瞬时速率,简称速率.

4. 位移 设在 t 时刻,质点在其运动轨道的点 A 处,在 $t + \Delta t$ 时刻,质点到达点 B . 则质点位置的变化可用 A 到 B 的有向线段 $\overrightarrow{AB}$ 来表示,称为质点在 Δt 时间内的位移,如图1-1所示.

5. 平均速度
$$\bar{v} = \frac{\overrightarrow{AB}}{\Delta t} \quad (1-3)$$

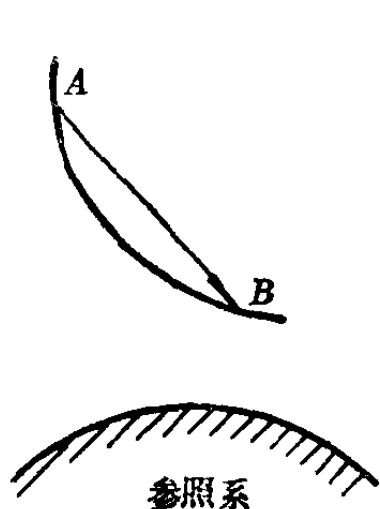


图 1-1

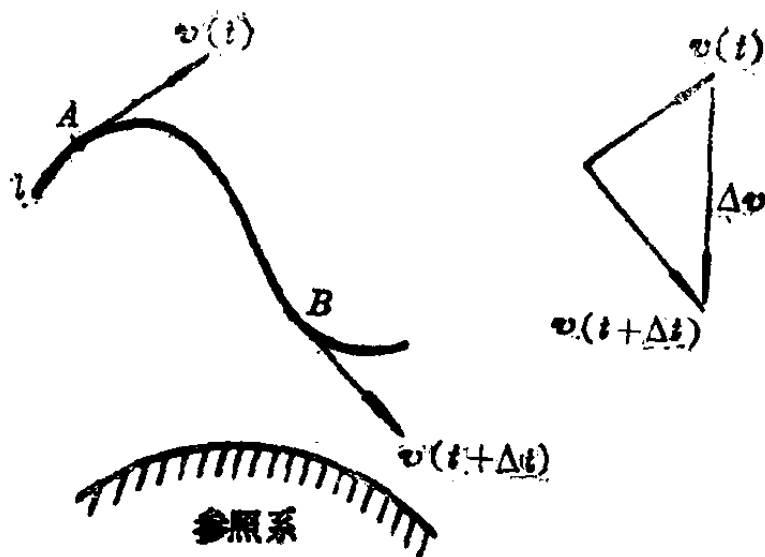


图 1-2

6. 瞬时速度

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{AB}}{\Delta t} \quad (1-4)$$

v 称为质点在 t 时刻的瞬时速度，简称速度。

以上六个物理量中，路程、平均速率和速率都是标量，在参照系确定以后，它们的数值（在所用单位制下）便确定了，而位移、平均速度和速度都是矢量。矢量的三要素是大小、方向和起点。这三个物理量的起点都在 t 时刻质点的所在点处；质点速度的方向，则是沿着轨道上质点所在点的切线方向，并指向质点前进的一侧。因此，从几何上看，这三个矢量都是确定的。

在质点力学中，为方便起见，一般不考虑矢量的起点，而将大小相等、方向相同的矢量视为同一矢量，称为自由矢量。在坐标系建立以后，每个矢量便可得到一个解析表达式，此时其起点都在坐标原点处。当我们使用平行四边形及三角形法则，对矢量进行加、减运算时，可以将矢量自由地平移。

7. 速度增量 如图 1-2 所示，设质点沿轨道 l 运动， t 时刻在点 A ，速度为 $v(t)$ ， $t + \Delta t$ 时刻到达点 B ，速度为 $v(t + \Delta t)$ ，则

$$\Delta v = v(t + \Delta t) - v(t)$$

为质点在 Δt 时间内的速度增量。