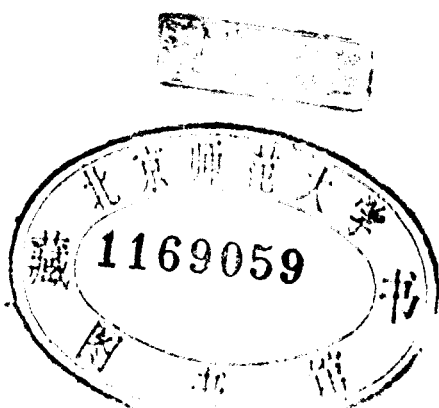


大学物理自学指南

喀兴林 主编



中国青年出版社

内 容 提 要

这是一本自学大学物理系本科课程的指导读物。它首先介绍了物理学的对象、特点和方法,物理系的教学计划以及自学物理课程的一般方法。然后分别介绍物理系本科必修基础课中的十三门课程:高等数学、力学、分子物理与热学、电磁学、光学、原子物理学、物理实验、电子学基础、数学物理方法、理论力学、电动力学、热力学与统计物理、量子力学。每门课程分单元进行指导,指出重点难点、阅读范围、自学方法、应做习题。每门课还有一份自我检查试题,书末有答案。

本书除了供自学青年阅读外,还可供电视大学和大学物理系学生参考。

封面设计:李 芳 芳

大学物理自学指南

喀兴林 主编

*
中国青年出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*
787×1092 1/32 9.5印张 156千字

1983年11月北京第1版 1983年11月北京第1次印刷

印数1—50,000册 定价0.86元

目 次

前言.....	1
总论.....	3
一 物理学的对象、特点和方法	3
二 物理系的教学计划	6
三 自学计划的安排	8
四 怎样自学物理课程	11
高等数学.....	17
一 概述	17
二 初等微积分	19
三 向量代数和空间解析几何	26
四 线性代数	27
五 自我检查试题	35
力学.....	35
一 概述	35
二 质点力学	37
三 刚体力学	45
四 弹性体	47
五 流体力学	49
六 狭义相对论	50
七 自我检查试题	51

分子物理与热学	54
一 概述	54
二 温度	56
三 气体分子运动论的基本概念	58
四 气体分子热运动速率和能量的统计分布律	62
五 气体内的输运过程	67
六 热力学第一定律	68
七 热力学第二定律	71
八 自我检查试题	72
电磁学	75
一 概述	75
二 静电场	76
三 导体周围的静电场	79
四 静电场中的电介质	80
五 稳恒电流和电路	81
六 稳恒电流的磁场	83
七 电磁感应与暂态过程	85
八 磁介质	88
九 交流电路	89
十 电磁场和电磁波	93
十一 自我检查试题	94
光学	95
一 概述	95
二 光的干涉	101
三 光的衍射	105
四 几何光学的基本原理	109
五 光学仪器的基本原理	113

六 光的偏振.....	116
七 自我检查试题	118
原子物理学	121
一 概述	121
二 原子的基本状况	123
三 原子的能级和辐射	124
四 量子力学初步	128
五 碱金属原子和电子自旋	129
六 多电子原子	132
七 在磁场中的原子	133
八 原子的壳层结构	135
九 X 射线	137
十 分子结构和分子光谱	139
十一 自我检查试题	139
物理实验	143
一 概述	143
二 误差和数据处理基础知识	144
三 力学和热学实验	145
四 电磁学实验	147
五 光学实验	149
六 近代物理实验	151
电子学基础	153
一 概述	153
二 半导体二极管和晶体管	156
三 放大器的基本分析方法	159
四 负反馈放大器	161
五 低频功率放大器	163

六 直流放大器	164
七 运算放大器	161
八 调谐放大器	165
九 正弦波振荡器	166
十 无线电广播与接收	167
十一 直流稳压电源	168
十二 脉冲数字电路	168
十三 自我检查试题	169
数学物理方法	174
一 概述	174
二 复变函数论	176
三 数学物理方程	184
四 特殊函数	187
五 自我检查试题	192
理论力学	194
一 概述	194
二 质点力学	197
三 质点组动力学	202
四 刚体力学	204
五 转动参照系	209
六 分析力学	211
七 自我检查试题	215
电动力学	217
一 概述	217
二 数学准备知识	220
三 静电学	222
四 恒定电流及其磁场	226

五 时变电磁场	228
六 狭义相对论	231
七 继续学习	232
八 自我检查试题	233
热力学与统计物理	235
一 概述	235
二 热力学的基本规律	239
三 热力学函数及其应用	242
四 相平衡与化学平衡	244
五 概率理论的若干基础知识	245
六 玻耳兹曼统计分布	246
七 系综理论	248
八 量子统计学	249
九 涨落理论	251
十 非平衡态统计物理简介	252
十一 自我检查试题	253
量子力学	255
一 概述	255
二 波粒二象性	261
三 波函数和薛定谔方程	262
四 定态近似解法	267
五 力学量和算符	268
六 跃迁和散射	271
七 自旋和多粒子系统	272
八 自我检查试题	273
试题答案或提示	276
后记	296

前 言

在我国,有许多青年立志走自学成材之路,这是一种十分可喜的现象。我们是大学教师,有责任帮助这些有志青年克服前进中的困难,达到成材的目的。这本书就是为准备攻读大学物理系本科课程的自学青年编写的。它是一本指导自学的读物,在一定程度上能够起到辅导教师的作用。

这本书首先在总论中简要介绍了物理学的对象、特点和方法,综合大学物理系的教学计划以及自学物理课程的一般方法。然后分别介绍从物理系本科必修基础课中选出的十三门课程。

每一门课程,首先对它的内容、地位、特点等作一般性介绍,并推荐一本主要教材,一两本参考教材。然后根据综合性大学或者师范院校的教学大纲,对推荐的主要教材,分单元进行具体指导。指出重点难点、阅读范围、自学方法、应做习题以及可供参考的自学课时数。每一门课程的后面,都有一份自我检查试题,如能获得 60 分就算及格,获得 80 分以上就是好成绩。

学好了这十三门课程,就掌握了数学和物理两个方面的比较广泛和比较坚实的基础,可以认为基本上达到了物理系

本科的水平。在这个基础上，如果要进一步自学物理系的选修课或者专业课，由于有了一定的自学能力和经验，困难就不会很大了。

这本书的目的，是要帮助自学青年在攀登物理学这座山峰中，通过最艰难的地段，把他们送到能看清通往顶峰之路的半山腰。当然，这本书只能提供一根拐棍，路还是要自学青年自己走。我们预祝他们早日成材。

总 论

李 平

一 物理学的对象、特点和方法

物理学是一门和自然界基本规律直接相关的科学。它的研究对象是物质、物质的运动和物质间的相互作用。

人们对世界的认识，首先是从人的感官可以直接感知的物体开始的。这些物体的大小多数和人体大小的数量级相近。随着认识手段的进步，人们对世界的认识不断向深度和广度进军。一方面深入到物质内部，探索分子、原子以及基本粒子；另一方面扩展到宇宙空间，探索宇宙客体。人们通常把大小和人体大小数量级相近的客体叫做宏观世界；把大小等于或小于分子、原子的客体叫做微观世界；把宇宙空间的客体叫做宇观世界。

物质世界的结构是一种层次结构。目前人们熟悉的实物层次，小的从基本粒子起，大的一直到星系团。下页表中列出了物质世界的层次名称和大小数量级。

物理学的研究方法基本上可以分成实验方法和理论方法

物质世界的层次

层 次	名 称	大 小 数 量 级
微 观 世 界	基本粒子	10^{-15} 米以下
	原子核	10^{-14} 米
	原子	10^{-10} 米
	分子	10^{-8} 米
	大分子	10^{-7} 米
宏 观 世 界	固体	$10^{-7} \sim 10^5$ 米 10^7 米
	液体	
	气体	
	地上物体	
	地球	
宇 观 世 界	星球	$10^7 \sim 10^{12}$ 米
	星系	10^{20} 米
	星系团	10^{23} 米
	宇宙已知部分	10^{26} 米

两个部分。

实验方法包括对自然现象直接进行观察和分析,也包括人为控制或模拟自然现象在有利的条件下进行观察和分析。通过实验,能够验证假设和发现各种现象的经验定律。理论方法是在实验的基础上,通过抽象概括,得出概念,又通过判断推理,得出理论或新的假设。理论能够说明某些经验定律的本质和相互间的联系,还能够提出新的探索途径。物理学的发展过程,就是从现象到理论,理论又不断受到实践的检验,从而使理论不断改进,不断更新的过程。

物理学主要有六大基本理论,它们是:

经典力学；	电动力学；
热力学；	相对论；
统计力学；	量子力学。

物理理论并不是围绕物质的结构建立的，也不是围绕某一特定现象建立的。物理理论描述的是物质的普遍规律。每一个物理理论是某一类物理现象的系统化知识，涉及的范围是很广泛的。

例如经典力学，它是描述物质机械运动普遍规律的一种理论，不但涉及到宏观世界，而且涉及到宇观世界。热力学是描述物质热运动普遍规律的一种理论，它也涉及到宏观世界和宇观世界。相对论是描述物质时空性质普遍规律的一种理论，它涉及到宏观世界、微观世界和宇观世界。

物理学的发展是从宏观理论开始的。力学，远在古代就有研究，十七世纪达到最高峰。热力学、电动力学和统计力学，十七世纪中叶开始研究，十九世纪末达到最高峰。力学、热力学、电动力学、统计力学都属于宏观理论，统称经典物理。二十世纪初开始，物理学深入到微观领域和宇观领域，建立起相对论和量子力学，进入了近代物理时期。

由于物理学的研究对象是极其广泛的。为了深入研究，除了六大基本理论之外，还根据基本理论在某一类物质的具体应用，形成若干个分支学科。例如基本粒子物理学、原子物理学、核物理学、等离子体物理学、凝聚态物理学、天体物理学等。这些分支学科，可以看作是物理学的一部分。有的内容极其丰富，已经成为一门独立的学科。

二 物理系的教学计划

目前,我国大学物理系本科学制一般是四年,不设专业。在本科学习的后期开设选修课,让学生选读,了解有关专业情况。有时候,物理系本科也叫物理专业。

教学计划是根据培养目标、学制、教育和教学原则制定的。四年制综合大学物理系的培养目标是:“培养德、智、体全面发展的物理方面的科学研究人材,它培养学生能够从事与本专业有关的科学研究、教学和其他科技工作。”^①这就要求学生在具有良好的政治品质和健康的身体的同时,掌握物理专业所需要的基础理论、基本知识和基本技能,了解一定的专业知识,了解一些和物理专业有关的科学技术发展情况,具有从事科学研究的初步能力,具有较强的自学能力和一定的分析问题和解决问题的能力,并能用一种外国语阅读专业书刊。

四年中,学生在校时间共 204 周,其中上课约 135 周。每年两个学期,每学期考试 1.5 周,四年共 12 周。科学研究训练 8~10 周,一般安排在第 8 个学期。四年上课总时数是 2750~2800 课时,每课时 50 分钟。

课程设置有必修课和选修课两类。必修课包括思想政治教育课、政治理论课、体育课、外语课、数学课、物理理论课和

^① 摘自《教育部属综合大学物理专业教学计划(四年制)》。师范院校四年制物理系本科的培养目标是:“培养德、智、体全面发展的中等学校物理教师。根据国家需要,亦可从事高等学校教学和科学研究工作。”

教 学 进 程 计 划 表

课 程	教 学 时 数				按 学 期 分 配 每 周 时 数							
	共 计	讲 授	实 验	习 题 课	一 年 级		二 年 级		三 年 级		四 年 级	
					第 一 学 期	第 二 学 期	第 三 学 期	第 四 学 期	第 五 学 期	第 六 学 期	第 七 学 期	第 八 学 期
思想政治教育 报 告	67											
政 治 理 论 课	218				2	2	2	2	2	2		
体 育	144				2	2	2	2				
外 国 语	288				4	4	4	4				
高 等 数 学	358	238		120	6	4	3					
力 学	94	72		22	4							
分子物理与热学	60	56		4		3						
电 磁 学	104	90		14			5					
光 学	82	70		12			2	2				
数学物理方法	115	87		28				3	2			
理 论 力 学	71	51		20				3				
原 子 物 理	72	72							4			
电 动 力 学	88	72		16					4			
电子学基础	78	72		6					4			
热力学与统计 物 理	84	76		8						4		
量 子 力 学	86	76		10						4		
基础物理实验	252		252		2	4	4	4				
电子学实验	74		74						2	2		
近代物理实验	144		144							4	4	
选 修 课	316									2	10	12
总 计 (学时)	2794	1031	470	260	20	19	22	20	18	18	14	12

部分选修课程

选修课程组	课 程 名 称
理 论 物 理	高等量子力学、量子场论、量子统计、粒子物理、广义相对论、原子核理论等。
原子核物理	原子核物理、核电子学、核实验技术、高能物理、加速器、中子物理等。
固 体 物 理	固体物理、半导体物理、半导体器件、金属物理、铁磁学、晶体学、X射线结构分析、电磁测量以及有关实验等。
光 学	近代光学、高等光学、光谱学、激光物理、光学实验等。
无线电物理	无线电理论基础、微波电路、微波技术、脉冲技术、电子计算机原理、自动控制原理以及有关实验等。
电 子 物 理	阴极电子学、光电子学、真空物理与技术、微波电子学、气体电子学、电子离子器件以及有关实验等。
低 温 物 理	超导物理、低温工程技术、低温物理实验等。
其 他	化学及实验、机械制图、算法语言、脉冲数字电路、实验选题、实验数据处理等。

物理实验课^①等。选修课要根据各个学校的师资和设备条件设置。列出教学进程计划表(见上页)和部分选修课程表,供参考。

三 自学计划的安排

在大学里,教学是按照各系的教学计划和各门课程的教学大纲进行的。教学计划和教学大纲同样是自学的依据。每

^① 师范院校的必修课还有心理学、教育学和物理教学法等。

一个立志自学的青年,在确定攻读物理系课程以后,就要了解物理系的教学计划,明确物理系的培养目标、学制、各个学期的课程安排、学时的分配等等。然后根据自己的业务基础、自学能力、实际投入学习的时间以及所能得到的帮助等条件,制定一个切实可行的自学计划。

自学计划的安排主要是确定学习各门课程的顺序和安排学习时间。

1. **确定学习各门课程的顺序。**在自学的情况下,可以照教学计划的安排,几门课程同时进行,也可以先集中力量学完一门课程再学另一门课程。但无论怎样安排,都必须注意教学计划中的课程顺序。因为这个顺序是根据各门课程之间的配合而安排的,先行课程往往是后续课程的基础。

在物理系的课程中,力学、分子物理和热学、电磁学、光学、原子物理学这五门课程是一个整体,总称普通物理学。它们对整个物理学的内容作了初步的和比较全面的介绍,是大学学习的第一个阶段。

学习普通物理,需要高等数学知识。普通物理课程和高等数学课程可以同时开始,并行学习。也可以基本上学完高等数学课程再学普通物理课程。

高等数学课程中的线性代数部分,在自学理论物理课之前学习就可以了。至于数学物理方法是一门提高的课程,学了这门课,对于学习理论物理,尤其是对于学习电动力学和量子力学是有帮助的。这门课比较难,在自学的情况下,完全不学这门课,对于理论物理的学习也不会带来太大的影响。