



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学物理学

○ 上册 ○

主 编 陈曙光

副主编 许迈昌 郑采星 彭军 舒辉球

主 审 余洪伟

University
Physics



湖南大学出版社



04/301=2

:1

2010

大学物理学

上册

主 编 陈曙光

副主编 许迈昌 郑采星

彭 军 舒辉球

主 审 余洪伟

湖南大学出版社

2010年·长沙

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。分上、下两册,上册包括力学与相对论、振动、波动与光学(含几何光学),热学三篇;下册包括电磁学、量子物理两篇。力学与相对论篇以运动与时空为线索,以动量守恒、角动量守恒、能量守恒为构架展开内容,并紧接着介绍相对论。振动、波动与光学篇以机械振动和机械波为重点阐述研究振动和波动的一般理论方法,并推广应用于波动光学,而将几何光学视为波动光学的极限情况。在热学篇,将热现象作为经典多粒子系统的统计性和内在随机性行为及其宏观表现来处理,对统计规律和熵等作了适当扩充。电磁学篇以电磁场作为研究对象,侧重介绍场的描述、基本性质、基本规律,并注意从相对论的角度给予统一阐述。在量子物理学篇,给出了量子概念的产生、发展及量子力学创立与应用的思维脉络;对激光产生的原理与应用、固体电子论及原子核与粒子物理学基础作了简要介绍。

本书可作为高等院校理工科各专业大学物理课程教材,也可供相关专业师生及有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学(上、下册)/陈曙光主编. —2版—长沙:湖南大学出版社,2010.1

ISBN 978-7-81113-475-9

I. ①大… II. ①陈… III. ①物理学—高等学校—教材
IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 020408 号

大学物理学(上、下册)

Daxue Wulixue (Shang, xiace)

主 编: 陈曙光

责任编辑: 严小涛

封面设计: 吴颖辉

出版发行: 湖南大学出版社

社 址: 湖南·长沙·岳麓山

邮 编: 410082

电 话: 0731-88822559(发行部), 88821334(编辑室), 88821006(出版部)

传 真: 0731-88649312(发行部), 88822264(总编室)

电子邮箱: pressyanxt@hnu.cn

网 址: <http://press.hnu.cn>

印 装: 湖南天闻新华印务有限公司

开本: 730×960 16开

印张: 38.5

字数: 713千

版次: 2010年2月第2版

印次: 2010年2月第1次印刷

印数: 1~7000册

书号: ISBN 978-7-81113-475-9/O·79

定价: 59.00元(上、下册)

版权所有,盗版必究
湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

前 言

物理学是研究物质最基本、最普遍的运动形式及其规律的学科,是现代科学技术的基础,它的基本理论和方法已广泛渗透于自然科学的各个领域,应用于工程技术的各个部门.大学物理是当代大学生科学基础教育的重要组成部分,是许多专业基础课和专业课的先修课.通过对大学物理课程的学习,可以使学生对物理学的基本概念、基本规律、基本理论有较全面、系统、深入的认识和理解;可以使学生学习并领会科学的思维方法和研究方法;培养学生独立获取知识的能力和提出问题、分析问题、解决问题的能力;使他们初步形成辩证唯物主义的世界观.

基于上述考虑,参照非物理类专业物理课程教学指导分委员会于2006年上报教育部的《非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求正式报告稿》,汲取国内外优秀大学物理课程教材的长处,结合长期的大学物理课程教学研究与实践,我们编写了本教材.在编写本教材的过程中,我们特别注意体现“通、广、厚”,反映现代物理学基本理念与构架;加强综合优化、注意纵横贯通;密切联系实际,反映现代社会需要和物理学及相关技术的发展;注意循序渐进,兼顾学生的思维发展.

提炼核心要素、辐射研究前沿 当今世界正处在所谓“知识爆炸”时代,知识的总量迅猛增加,知识老化的周期急剧缩短.在这一背景下,在物理学知识的海洋中选择知识并构建大学物理课程内容体系时,应取哪些知识作为课程的核心内容,应将哪些前沿知识纳入课程中来,值得悉心研究.由于物理学的核心概念和主体内容具有相对稳定性并显示出具有广泛的适用性,因此大学物理课程应以物理学的基本概念、基本规律、基本理论和基本理念为主,并选择有代表性和有重要发展前景的前沿内容加以介绍.为此,我们主要做了两个方面的工作:一方面,本教材特别注重对物理学核心概念和规律的介绍,如时间与空间,相互作用,传播速度,能量、动量、角动量守恒定律等,并着力将时间与空间,对称与守恒,过程与状态,振动与波,粒子与场,统计性与确定性等贯穿始终.力图将前沿和基础联系起来,在奠定厚实基础的同时,使之具有广阔的发展空间和广泛的适用性.另一方面,精选经典物理学的新发展和现代物理学的新发现等前沿问题,主要采用定性和半定量相结合的方法,从较简单的特殊问题入手,对其基本思想、主要结论及其应用和发展前景进行分析,避免复杂的数学处理和计算.

加强结构优化、着力综合贯通 既注意各部分的层次性和结构性,又注意各部分在内容、原理、方法上的关联性。如力学部分,刚体不过是质点系的一个特殊情况,因此我们将其作为质点力学的运动定律和守恒定律章内的一节,将刚体定轴转动作为一般质点系统绕轴转动的一个特殊情况进行介绍,而质点系统绕轴的转动则是绕点转动的一个特例,这体现了力学部分的层次结构性及处理力学问题思路方法的统一性,便于和相关的后续课程对接。在电学的导体和电介质及磁学的磁介质部分,从电场与电荷系统及磁场与电流(或磁矩)系统的相互作用角度进行介绍,体现研究方法思路的关联性,并可凸显真空中场的性质及其规律、电磁场与电荷电流相互作用等研究的重要性。对于运动的叠加、振动合成、波(包括光波)的干涉和衍射的定量分析,注意指明它们在本源上的相通性及其成立条件(线性系统)。

理论联系实际、注意技术应用 理论和应用是物理学不可分割的两个部分。物理学是一门以实验为基础的科学,其基本概念和理论的产生主要有四种途径:一是日常生活和自然现象;二是实验事实和实验结果;三是工程技术和生产实践;四是原有理论的进一步扩展。因此,在编写本教材的过程中,我们特别注意从现象、实验事实和具体问题出发,通过分析,引入概念和规律,渐次形成系统的知识和理论。尔后,或者直接将理论用于分析和解决具体问题,包括日常生活、工程技术、物理实验及其与其他学科交叉的问题;或者专门设置章节对该理论的应用作综合介绍,将物理学知识、理论和应用融为一个有机整体。

立足物理知识、展示研究方法 物理学不只是物理知识和理论的组合,还包含了丰富的物理学方法。这里所指的方法不仅指物理学分析、研究和处理问题的方法,同时还包含学习物理知识的方法。从某种角度来说,掌握方法比记忆知识更为重要。只有掌握了方法,才能灵活运用;只有掌握了方法,才能真正理解并获得更多的知识。物理学中有很多具有广泛适用性的方法,如模型法、理想实验法、等效法、元过程法、叠加法、类比法、演绎与归纳法等。在编写本教材的过程中,我们特别注意强调和反复使用这些方法。在现象的分析、概念的引入、规律的形成和理论的构建过程中,无不贯穿着这一思路。另外,学习的过程,绝不只是知识的简单积累过程,更重要的是对知识的消化、归纳和总结。而归纳和总结又不能止于将一些主要概念和公式罗列出来,而应侧重于“节、章、篇”,乃至整个课程内容的切入口,分析和处理问题的思路、方法,有关内容的前后联系,形成一个有机整体,否则,将会只见树木,不见森林,收获极为有限。为此,本教材特别在每章开头设置了“本章导引”,给出本章要点、要求,并重点阐述本章分析和处理问题的思路与线索。希望能借此帮助学生掌握科学的学习方法、科学的分析与研究方法,提高学习效率,使知识和能力同步增长。

考虑学生实际、兼顾思维发展 大学物理课程要系统介绍物理学知识,使学生全面、深入地掌握物理学理论结构与方法.如何向学生展示物理学的知识与理论结构?主要有两种方法,一是由一般到特殊的逻辑演绎式;二是由个别到整体、由简单到复杂的归纳概括式.究竟采用哪种方法,取决于学生的知识基础、思维水平和要展示的知识内容与要求,不应为追求形式上的统一而拘泥于一种形式.根据实际情况,我们在有的地方采用第一种方法,有的地方采用第二种方法,有的地方则两者兼用.其基本原则是在保证对基本概念和规律的充分理解和掌握的基础上,渐次螺旋式上升而形成整个物理学知识与理论结构体系.展开和叙述基于学生的知识基础和思维发展情况,使知识水平和思维能力同步提高.进一步采用通俗易懂、形象生动而又不失严谨的语言和方法分析与阐述各章节有关疑难问题与抽象问题,化解教学难度,提高学生的学习兴趣.

参加本书编写工作的有陈曙光(第1章,第2章,第3章),彭军(第4章,第5章),文利群(第6章,第7章,第8章,第9章),许迈昌(第10章,第11章,第12章,第13章),王鑫(第14章,第15章,第16章),郑采星(第17章,第18章),舒辉球(第19章).全书由陈曙光统稿并定稿.

在编写过程中,湖南大学、华南理工大学、湖南师范大学、长沙理工大学、湖南科技大学、湖南工程学院、湖南城市学院等学校的老师提出了许多有益的建议,湖南大学物理与微电子科学学院及湖南大学出版社给予了大力支持.在编写过程中我们参考了张三慧、程守洙和江之永先生等编写的《大学物理》教材及其他教材与教学参考书.在此深表感谢.

我们在本书的体系、内容和写法上作了新的探索与研究,但限于经验和水平,书中难免有不当之处,尚有待于在教学过程中不断完善,也恳请读者不吝指正.

目 次

绪 论	(1)
-----	-----

第 1 篇 力学与相对论

第 1 章 质点运动学	(9)
1.1 参照系 坐标系 质点	(9)
1.2 质点运动的描述	(10)
1.3 切向加速度和法向加速度	(15)
1.4 几种典型的质点运动	(18)
1.5 相对运动	(23)
思考题	(25)
习题	(25)
第 2 章 质点力学的运动定律 守恒定律	(28)
2.1 质点力学的基本定律	(29)
2.2 动量 动量守恒定律	(41)
2.3 功 动能 势能 机械能守恒定律	(49)
2.4 角动量 角动量守恒定律	(61)
2.5 刚体定轴转动	(66)
思考题	(80)
习题	(82)
混沌——决定论的混乱	(90)
对称性 守恒定律	(96)
第 3 章 狭义相对论	(99)
3.1 经典力学的相对性原理与时空观	(100)
3.2 狭义相对论的基本原理	(102)
3.3 狭义相对论的时空观	(103)

3.4 洛仑兹变换 速度变换	(107)
3.5 相对论动力学	(112)
* 3.6 相对论中的动量-能量变换 力的变换	(116)
* 3.7 广义相对论简介	(118)
思考题	(122)
习题	(123)

第 2 篇 振动 波动与光学

第 4 章 振动	(126)
4.1 简谐振动及其描述	(126)
4.2 简谐振动的动力学方程	(129)
4.3 简谐振动的能量	(133)
4.4 简谐振动的合成	(135)
4.5 阻尼振动 受迫振动 共振	(141)
* 4.6 频谱分析	(145)
思考题	(147)
习题	(148)
第 5 章 波动	(151)
5.1 波的产生和传播	(151)
5.2 平面简谐波的波函数	(155)
5.3 波的能量与能流 声压与声强	(160)
5.4 波的衍射现象 惠更斯原理	(165)
5.5 波的叠加与干涉 驻波	(167)
5.6 多普勒效应	(174)
思考题	(177)
习题	(178)
波包 孤波	(181)
第 6 章 光的干涉	(183)
6.1 光的相干性 杨氏双缝干涉实验	(183)
* 6.2 光源对干涉条纹的影响	(187)
6.3 光程与光程差	(190)

6.4 薄膜干涉	(192)
6.5 迈克尔逊干涉仪	(198)
思考题.....	(199)
习题.....	(200)
第7章 光的衍射	(202)
7.1 光的衍射现象 惠更斯-菲涅耳原理.....	(203)
7.2 夫琅和费单缝衍射	(205)
7.3 光栅衍射	(209)
7.4 光学仪器的分辨率	(213)
7.5 X射线的衍射 布喇格公式	(215)
思考题.....	(218)
习题.....	(219)
第8章 光的偏振	(221)
8.1 光的偏振态	(221)
8.2 偏振片的起偏和检偏	(224)
8.3 反射和折射的偏振	(226)
8.4 光的双折射	(228)
* 8.5 偏振光的干涉	(233)
* 8.6 人工双折射及其应用	(234)
* 8.7 光的吸收、散射与色散	(237)
思考题.....	(240)
习题.....	(241)
第9章 几何光学基本原理	(243)
9.1 几何光学的基本定律	(243)
9.2 光在球面上的反射和折射	(246)
9.3 薄透镜	(253)
9.4 显微镜 望远镜 照相机	(257)
思考题.....	(260)
习题.....	(261)
信息光学.....	(262)

第3篇 热学

第10章 气体分子运动论	(267)
10.1 平衡态与理想气体状态方程	(267)
10.2 理想气体压强和温度的统计意义	(270)
10.3 能量按自由度均分原理 理想气体的内能	(274)
10.4 麦克斯韦速率分布律	(277)
10.5 玻耳兹曼分布律	(283)
10.6 气体分子的平均碰撞频率 平均自由程	(285)
10.7 输运过程	(287)
10.8 真实气体的范德瓦耳斯方程	(291)
思考题	(293)
习题	(294)
第11章 热力学基本原理	(297)
11.1 热力学第一定律	(298)
11.2 热力学第一定律在理想气体等值过程中的应用	(301)
11.3 热容 绝热过程	(303)
11.4 循环过程和循环效率	(309)
11.5 热力学第二定律 熵	(313)
思考题	(325)
习题	(326)
自组织与耗散结构	(329)
习题参考答案	(333)

绪 论

1 什么是物理学

自然界是广阔无垠、丰富多彩的。目前,人们探索自然界的尺度,在空间范围上,可以大到 2×10^{26} m(约 200 亿光年的宇宙天体),也可以小到 1×10^{-17} m(亚原子粒子);在时间范围上,最长可以到 1.5×10^{18} s(约 200 亿年的宇宙年龄),最短可以只有 $1 \times 10^{-25} \sim 1 \times 10^{-24}$ s(某些微观粒子的平均寿命)。在这样浩瀚无垠的时空范围内,存在着各式各样、多彩多姿的物质客体,它们运动不息,彼此相互作用和相互转化。这些不同的物质及其不同的运动形式,各自具有其特殊的规律性。对这些客观规律的研究,形成了各门不同的自然学科。物理学就是其中一门重要的学科。物理学是探讨物质的基本结构及其最基本、最普遍的运动形式以及物质之间的相互作用和相互转化的基本规律的学科。

物理学作为一门严格的、定量的自然科学,由于它的基础性、带动性以及与人类生活的密切联系,使得它一直在科学技术发展和人类生活中发挥着极其重要的作用。物理学的基本理论已渗透到自然科学的许多领域,应用于生产技术的诸多部门。它们之间相互影响,不断发展。人们通过长期的实践,已深刻地体会到:物理学是一切自然科学和边缘科学的基础,一直是科学技术发展的先导,是现代工程技术发展的最重要的源泉,对人类未来的发展起着决定性的作用。

2 物理学与工程技术

社会上习惯于把科学和技术联在一起,统称“科技”。实际上,两者既有密切联系,又有重要区别。科学解决理论问题,技术解决实际问题。科学要解决的问题是发现自然界中确凿的事实和现象之间的关系,并建立理论把这些事实和关系联系起来;技术的任务则是把科学的成果应用到实际问题中去。科学主要是和未知的领域打交道,其进展是难以预料的;技术是在相对成熟的领域内工作,大都可以比较准确地掌握。

历史上,物理学和技术的关系有两种模式。

回顾以解决动力机械问题为主导的第一次工业革命,热机的发明和使用提

供了第一种模式。17 世纪末发明了巴本锅和蒸汽泵;18 世纪末英国技术工人瓦特给蒸汽机增添了冷凝器,发明了活塞阀、飞轮、离心节速器等,完善了蒸汽机,使之真正成为“动力”,其后,蒸汽机被广泛应用于纺织、轮船、火车等。可是,那时的热机效率只有 5%~8%,为了探索如何提高热机效率,1824 年法国青年工程师卡诺提出了著名的卡诺定理,为提高热机效率提供了理论依据。到 20 世纪,蒸汽机效率达到 15%,内燃机效率达到 40%,燃气轮机效率达到 50%。19 世纪中叶,德国科学家迈尔、亥姆霍兹,英国科学家焦耳等发现了能量守恒定律;英国物理学家开尔文、德国物理学家克劳修斯建立了热力学第一、二定律。这种模式是技术向物理提出问题,促使物理发展理论,反过来又提高技术,即遵循“技术—物理—技术”模式。

电气化的进程提供了第二种模式。从 1785 年库仑定律建立,中间经过伏打、奥斯特、安培等人的努力,直到 1831 年法拉第发现电磁感应定律,基本上是在进行物理上的探索,没有应用的研究。此后半个多世纪,各种交、直流发电机、电动机、电话和电报机的研究才应运而生,蓬勃地发展起来。1862 年麦克斯韦电磁理论的建立和 1888 年赫兹所进行的电磁波实验,才导致了马可尼和波波夫无线电的发明。当然,电气化又反过来大大促进了物理学的发展。这种模式是“物理—技术—物理”。

20 世纪以来,在物理和技术的关系中,上述两种模式并存,相互交叉。但几乎在所有重大的技术领域(如电子学、原子能、激光、信息技术)创立前都在物理学中经过了长期的酝酿,在理论和实验上积累了大量知识才迸发出来。没有 1909 年卢瑟福的 α 粒子散射实验,就不可能有 20 世纪 40 年代以后核能的利用;没有 1917 年爱因斯坦提出受激发射理论,就不可能有 1960 年第一台激光器的诞生。当今对科学、技术、经济乃至社会生活各个方面都产生了巨大影响的高新技术,莫过于电子计算机,由此而引发的信息革命被人们誉为第三次工业革命。回顾整个电子和信息技术的产生、发展,不难发现其硬件部分都是以物理学的成果为基础而产生的。1947 年晶体管的发明,标志着信息时代的开始;1962 年集成电路的发明以及 20 世纪 70 年代后期大规模集成电路和超大规模集成电路的出现,使人类进入了信息爆炸时代。而在此之前至少经历了 20 年的“史前期”,即物理学家为其进行了大量的理论和实验上的准备时期。这充分表明,物理理论上的突破对促进科学技术及生产实践的发展有着强大的推动作用。当前的工业革命浪潮仍主要按“物理—技术—物理”的模式进行。而且随着科学的迅速发展,出现了科技一体化的趋势,技术已不仅仅是经验的产物,而且是科学理论转化的结果,把技术看成是科学理论运用的总称。工程技术中,科学知识的因素增加了,科学对技术的先导作用增强了。新技术的生长点、技术的重大发现已

越来越多地依赖于科学。一种新思想从产生到它在技术中的应用,其时间间隔变得越来越短,科学的发现成了技术开发的源泉,技术的需要又成了科学发展的动力。前者提高人类的工程能力,后者则使这种能力运用于生活,使生活变得更美好。

3 物理学是科学的世界观和方法论的基础

物理学的显著特点之一是它与哲学的关系最为密切,它与哲学是同生共长的“连理枝”。一方面,物理学是哲学的重要基础之一,随着物理学的发展,哲学经历了朴素唯物主义、机械唯物主义和辩证唯物主义。可以预料,由于在相对论、量子力学的基础上,在宏观和微观领域内以及在大统一理论研究上的不断发展,物理学必将大大地推动哲学向前发展。因此,学习和研究物理学有助于形成正确的世界观和方法论;另一方面,物理学又是受哲学思想的支配和指导的。也正因为如此,历代物理学家在科学实践中,都十分重视哲学的研究和探讨。著名物理学家爱因斯坦、玻尔等生前都十分重视对哲学的探索,并发表了大量的哲学论文。

通过物理教学培养学生科学的世界观和方法论是物理学本身的特点,也是物理教学的一种优势。一个科学理论的形成离不开科学思想的指导和科学方法的运用。正确的科学思维和科学方法是人在认识途径上实现从现象到本质、从偶然到必然、从未知到已知的桥梁。科学方法不仅是同学们在学习过程中打开科学大门的“钥匙”,也是未来从事科技工作时进行科技创新的“武器”。因此,在学习物理知识的同时,还要自觉地去领会和掌握物理学的方法。

物理课程涉及的方法论主要包括以下 3 个方面的内容。

3.1 逻辑方法

逻辑方法是物理学研究里的重要方法。它是自然科学长期发展过程中形成的较严密的逻辑推理。在物理学中,通常运用逻辑方法进行思维的方式主要有:分析和综合、归纳和演绎、证明和反证 3 种。

3.2 与物理学基本原理相联系的基本方法

通过本课程的学习,可以掌握来源于物理概念和原理的基本方法。例如来源于能量守恒定律的能量方法,正因为我们确信在任何物理过程中能量守恒定律应当成立,乃至可预言一种新的能量形式。如泡利在分析 β 射线能谱时,坚信能量守恒,预言了中微子的存在,这就是一个突出的例子。又如在力学中有来源于牛顿定律的隔离体受力分析法,在分子运动论中有来源于统计平均原理的统计平均方法,在电磁学中有来源于高斯定理和环路定理的对称分析法等。

3.3 科学发现中创造性的理性思维方法

在实际的科学发现中,科学创造常常是由于科学家独特的创造性思维的结果。因此,在学习物理知识的过程中,学习、领会科学家在科学探索中创立的研究方法是十分重要的。科学研究中常用的方法有:理想物理模型、理想实验、物理类比、物理假说等。除上述几种主要方法外,还有佯谬法(如爱因斯坦的通光悖论、伽利略的落体佯谬);以及科学想象、试探猜测等创造性的思维方法,它们在物理原理的建立中都起了重要的作用。

4 物理学与科学素质培养

大学物理课程包括经典物理、近代及现代物理及其在科学技术上应用的初步知识以及相应的物理思想和物理研究方法等内容,这些都是一个技术人员所必须掌握的。所以,作为高等院校的学生,尽管所学专业不同,但物理学始终是他们的一门重要的必修基础课,特别是在高科技迅速发展、竞争日益激烈的当今社会,学好大学物理课程尤其重要。归纳起来,大学物理教育的重要意义主要在于:

4.1 物理素质是现代高水平工程技术人才素质结构中的基础部分,对于培养跨世纪的高科技人才至关重要

素质是指人的生理、心理的基本属性及其在此基础上,通过环境影响、科学教育和社会实践锻炼所形成和发展起来的、相对稳定的身心品质。素质、知识和能力是密切相关的,素质的培养需要以一定的知识和能力为基础。而且素质的培养是多方面的,很难只通过某一门课来完成。由于物理学在自然科学中的基础地位及与社会科学的密切联系,使得它在人才素质培养中起着重要而独特的作用。可以说,物理素质是现代高水平的工程技术人才素质结构中的基础部分。

4.2 为适应未来科学技术高速发展和职业多样化的需求,必须不断提高科学素质

科学素质主要是指人们在认识自然和应用科学知识的过程中表现出来的内禀特质,主要包括3个方面:科学观念;科学能力(即主要是思维能力与创造能力);科学品质(即包括科学精神、科学态度与科学作风等)。

我们正处在科学技术突飞猛进的新时代。有人估算,至1980年,人类社会获得的科技知识的90%是在第二次世界大战后的30余年间获得的。当前,由于以信息、生物、新材料、新能源、海洋、空间六大技术为内容的新技术革命方兴未艾以及以技术、知识密集型产业作为主体产业的兴起,因此要求21世纪的高科技人才有丰富的科学基础知识,有开拓能力以及善于抓住机遇,追踪和占领科

学前沿的能力,适应未来社会产业结构与就业结构。为了迎接高新技术革命的挑战,为了培养能够适应新时期职业多样化需求的跨世纪人才,大学生必须不断提高自己的科学素质。大学物理教育必须把培养人才的科学素质摆在首位。

5 怎样学好大学物理学

大学物理学是在中学物理基础上开设的一门大学基础课程,是高级工程技术人员所必须掌握的。怎样才能学好大学物理学呢?对于这个问题,同学们应该注意以下几个主要方面。

5.1 要明确学习大学物理学的目的

著名理论物理学家、诺贝尔奖金获得者理查德·费曼说:科学是一种方法,它教导人们:一些事物是怎样被了解的,什么事情是已知的,现在了解到什么程度(因为没有事情是绝对已知的),如何对待疑问,遵守什么法则,如何去思考事物,做出判断,如何区别真伪。学习物理学的目的不仅仅是满足于掌握一些知识、定律和公式,更不是只把注意力集中在解题上,而应是在学习过程中努力使自己对物理学的内容、方法、工作语言、物理图像及其历史、现状和前沿等方面有全面的了解。而这些对于开阔思路、激发探索、增强适应能力、提高人才科学素质、科学思维和科学研究能力都将起着重要作用。大量事实表明,一个优秀的工程技术人员必定具有坚实的物理基础。总之,只有明确了学习大学物理学的目的,才有强大的动力去自觉地学习。

5.2 要根据物理学的特点进行学习

任何一门学科都有它自身的特点,而了解一门学科的特点正是理解和掌握这门学科的关键。物理学的主要特点有:

5.2.1 物理学是由观察、实验和科学思维相结合的产物。观察和实验是了解物理现象、测量有关数据和获得感性知识的前提,是形成、发展和检验物理理论的实践基础,但是,要使感性知识上升到物理理论,还要经过科学思维过程,通常是经过分析、综合、抽象、概括等形成概念、作出判断和推理来完成的。例如物理模型的建立、物理概念的形成、物理规律的发现都是由观察、实验与科学思维相结合的产物。

5.2.2 物理学的内容主要是由物理概念和物理规律构成的,其核心是物理概念。物理概念不仅定性而且定量地反映了客观事物、现象的本质物理属性。在自然界中,只有具有物理属性的事物和现象才能成为物理学研究的对象,也只有把事物的物理属性从该事物的其他属性(如生物属性)中区分出来,并用定义的方式来表明时,它才形成物理概念。物理概念是组成物理内容的基本单元,而

构成物理内容的另一重要部分是物理规律。物理学中的公式、定理、定律和原理等,统称为物理规律。物理规律是指物理现象之间的客观内在联系,它表示物理概念之间实际存在着的关系。在任何一个物理规律中,总是包含有若干个有联系的物理概念,所以不建立清晰的物理概念就谈不上对物理规律的掌握。此外,物理规律的成立都是有条件的,因此,学习物理规律,一定要注意它的适用条件和适用范围。

5.2.3 物理学是一门定量的科学,它与数学有着密切的联系。数学是表达物理概念、物理规律最简洁、最准确的“语言”,只有把物理规律用数学形式表达出来,才能使物理规律更准确地反映客观实际。在学习大学物理学时,所需的数学知识,除了初等数学以外,主要是矢量代数和微积分等高等数学知识。在研究和解决物理问题时,经常需要大量运用高等数学知识进行定量计算,因此,应熟练掌握数学。

5.2.4 物理学中所研究的对象大多数是利用科学抽象和概括的方法建立起来的理想模型。理想模型包括理想化物体和理想化过程。例如,本课程将要学到的质点、刚体、理想气体、点电荷、点光源、均匀电场、谐振子、黑体等都是理想物体。又如,匀速直线运动、简谐振动、简谐波、理想气体的各等值过程、卡诺循环等都是理想化过程。可见,物理学中的规律都是一定的理想化物体在一定的理想化过程中所遵循的规律,它能反映同一类理想化物体的共同规律。运用理想模型研究物理问题是一种重要的科学研究方法,适用于其他学科和工程技术的研究。

5.2.5 物理学是辩证唯物主义的基础,它以高度辩证的、统一的宇宙观来认识物质世界,探求各种自然现象的内在联系。前面已经指出,通过物理课程的学习,有助于培养科学的世界观,这既是物理学科本身的特点,也是物理课程教学所具有的一种优势。此外,由于物理学研究多种物质运动形态及其相互作用,因此,物理学具有许多有特色的科学观点和研究方法,例如能量的、粒子的、场的、对称与守恒的观点和分析、综合、演绎、归纳、叠加、类比、联想、试探以及抽象、统计、定性与半定量的研究方法等。在物理课教学过程中,要注意领会和掌握物理学的特点和方法。这不仅有利于逐步掌握物理本质,而且有助于培养学生提出问题、分析问题与解决问题的能力。

总之,物理学的这些特点反映了研究和处理物理问题的一些基本观点、基本思路和基本方法,同学们如能对照这些特点进行学习,就能比较准确地掌握概念、理解规律,培养解决和处理一些实际问题的能力。

5.3 要注意不断改进学习方法

实践表明:科学的学习方法对学好一门课程具有非常重要的作用。科学的

学习方法能够帮助学生提高学习能力,更好地掌握所学的内容,促进对智能的培养。因而,同学们在学习中,需要不断摸索和改进学习方法,使之更加科学。

学习物理学要合理地安排时间、记笔记(课堂笔记和读书笔记)、做小结,要认真阅读教材、学会查找参考书及文献资料等。此外,还应根据物理学特点,注意以下几个方面:

5.3.1 要勤于思考,悟物穷理。

勤于思考,就是要学会对新的概念、定义、公式中的符号和公式的含义及其成立的条件、推导的基本思路 and 关键步骤、推演的技巧等有较深刻的理解。学会建立物理图像。

悟物穷理,就是要多向自己提问,多问几个“为什么?”例如哪些是事实?哪些是推论?推论是怎样得来的?我为什么相信它?等等。

5.3.2 要认真完成习题。学习物理,不做习题是不行的,但做题不在多,而在于精。认真解题能帮助理解、消化所学内容,又能提高解决实际问题的能力。因此,要学会运用物理学的理论、观点、方法去分析、研究、计算物理习题。习题做完了,不要只对一下答案或交给老师去批改了事,尤其是对一些有代表性的或综合性较强的典型习题,要回过头去想想其中的物理概念、原理和方法,从物理上想一想答案的单位、数量级是否对?所反映的物理过程是否合理和符合实际?能否有其他处理方法等?应该力争做到,做出了习题,就有充分理由相信它是对的。