



国家工科物理基础教学基地教材

大学物理学

上册

杨兵初 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

国家工科物理基础教学基地教材

大学物理学

上册

杨兵初 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是中南大学国家工科物理基础教学基地教材《大学物理学》的上册,内容包括力学,热物理学,振动和波动、波动光学。在基地建设期间,在教改方面所作的一些尝试取得了比较好的教学效果,本书即是对多年教学实践的一次总结。本书紧扣教育部理工科非物理类专业大学物理教学基本要求,深化经典物理,加强近代物理。同时,为了扩大学生的知识面,书中还编写了对称性与守恒律、液晶与显示等拓展性内容,供在教学中选讲和选读。本书简明扼要,通俗易懂,并注重联系教学实际。

本书可作为高等院校理工科非物理专业大学物理教材,也可作为中学物理教师的教学参考书或其他读者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学. 上册/杨兵初主编. —北京:高等教育出版社, 2005. 1

ISBN 7-04-015955-4

I. 大... II. 杨... III. 物理学-高等学校-教材
IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 129652 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京新丰印刷厂		http://www.landaco.com.cn
开 本	787×960 1/16	版 次	2005 年 1 月第 1 版
印 张	24.75	印 次	2005 年 1 月第 1 次印刷
字 数	460 000	定 价	25.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15955-00

著名物理学家论治学

如果你年轻时没有学会思考，那么就永远学不会思考。

——爱迪生

世间没有一种具有真正价值的东西，是可以不经过艰苦辛勤劳动而能够得到的。

——爱迪生

学习知识要善于思考，思考，再思考，我就是靠这个方法成为科学家的。

——爱因斯坦

想像力比知识更重要，因为知识是有限的，而想像力概括着世界的一切，推动着世界的前进，并且是知识进化的源泉，严格地说想像力是科学研究中的实在因素。

——爱因斯坦

你要知道科学方法的实质，不要去听一个科学家对你说些什么，而要仔细看他在做些什么。

——爱因斯坦

我们应该有恒心，尤其要有自信心。

——居里夫人

如果我看得远，那是因为我站在巨人的肩上。

——牛顿

科学家不是依赖于个人的思想，而是综合了几千人的智慧，所有的人想一个问题，并且每人做它的部分工作，添加到正建立起来的伟大知识大厦之中。

——卢瑟福

每一个画家、音乐家都有他自己的风格。也许有人以为科学是研究事实的，与文艺不同，事实上二者是一样的。拿物理学来讲，物理学的原理有它的结构，这个结构有它美妙的地方。而每个物理学工作者对于这个结构不同的美妙的地方会有不同的感受。正因为大家有不同的感受，所以每位工作者就会发展他自己独特的研究方法和研究方向，也就是说会形成他自己的风格。

——杨振宁

前 言

科学技术的飞速发展对人才的培养提出了更新、更高的要求。在我国大力推行素质教育的今天,大学物理课程承担了基础知识教育和科学素质教育的双重任务。为了更好地推进基础课程的教学改革,1996年10月,原国家教委批准在全国工科院校中建设了45个工科基础教学基地,中南大学有幸进入6个国家工科物理基础教学基地的行列。本书的编写就是在基地建设期间,对大学物理教学内容和课程体系改革方面所作的一些尝试,通过多年的教学实践,取得了比较好的教学效果。

物理学是自然科学的基础。大学物理是理、工、农、医等各专业的一门重要的基础课。它所阐述的物理学知识、基本概念、基本规律和基本方法,不仅是学生继续学习专业课程和其他科学技术的基础,而且也是培养和提高学生科学素质、科学思维方法、科技创新能力的重要内容。大学物理教学内容现代化,以及与内容现代化相适应的课程体系的改革,则是培养21世纪高质量创新人才的重要环节之一。

本教材具有以下特点:

1. 深化经典物理教学内容改革,突出主干体系。经典物理教学改革是整个教学内容改革的重点。强调理论体系的完整,例如,为了适应当今生物技术和生命科学的飞速发展,增加了流体力学部分,形成了质点、流体(含气体)和刚体的完整力学体系;用近代物理的观点审视经典物理内容,让经典物理内容“新”起来。一方面加强理论联系实际,即理论是经典的,应用是现代的。例如,变质量动力学问题是经典物理的内容,但同时也是当代航天发射技术的基本力学问题。在本书中精选了许多经典物理的应用实例、科学数据及来自生产、生活的例题和习题。另一方面从近代物理的发展基础讲授经典物理,实现从经典物理到近代物理的自然过渡。

2. 让20世纪物理学的发展大步走进课堂。在经典内容和现代内容的取舍中,在保证物理学主干内容完整的前提下,我们更关注近代物理内容。除了作为近代物理学的两大支柱——相对论和量子力学以外,本书还增加了混沌、分形、耗散结构、非线性波、非线性光学、非平衡热力学、激光、超导等近代物理内容,使本教材的近代物理内容占整个教学内容的30%以上。在近代物理内容的处理上,我们不苛求数学上的严谨,而追求物理图像的建立,增加近代

物理的可教性。

3. 精讲、泛讲与学生自学相结合, 课内与课外相结合, 促进了教学内容的现代化。对于扩展性内容(书中以“*”标明并用小字叙述)和涉及物理学前沿和现代高新技术的内容(拓展与应用系列讲座), 可以采取课内与课外相结合的方式进行教学。对于这部分内容, 教师可以结合各专业特点进行选讲。我们相信这部分内容对于学生扩大知识面, 了解物理学前沿, 提高科学素质是大有裨益的。

4. 注意加强辩证唯物主义世界观、科学的宇宙观和科学方法论的教学。物理学是一门实验科学。随着科学技术的发展, 实验的重要性不一定体现在物理学理论建立的过程之中, 而是体现在确定理论正确与否最终要靠实验来检验。近代物理学的发展使人们对自然界的认识大大深化, 并且深刻地影响着人们的世界观, 本教材注重把科学宇宙观和科学方法论与教学内容有机地结合, 把启迪科学思维和学习科学研究方法作为学生的科学素质教育的一个重要内容。

本书在编写过程中得到了高等教育出版社和中南大学的大力支持。全书共分上、下两册, 参加编写的有余燕、杨兵初(第一、十六章), 李旭光(第二章), 李晓春(第三章), 蔡建国(第四章), 谭小红(第五章), 周一平(第六、七章), 唐慧琴、朱开成(第八章), 胡照文(第九、十章), 赵薇(第十一、十二章), 符立亚(第十三章), 谢定(第十四章), 罗益民(第十五章), 唐英(第十七章)。全书由杨兵初教授担任主编, 由周克省教授担任主审。

由于编者水平有限, 有些内容尚处于探索阶段, 错误之处在所难免, 恳请广大教师和读者不吝批评指正。

杨兵初

2004年6月于长沙岳麓山

目 录

绪论	1
0-1 什么是物理学?	1
0-2 为什么要学物理学?	5
0-3 怎样学好物理学?	7

第一篇 力 学

第一章 质点力学	13
1-1 运动的描述	13
1-2 运动叠加原理	24
1-3 牛顿运动定律	32
1-4 动能定理 机械能守恒定律	40
1-5 冲量 动量	52
1-6 角动量定理 角动量守恒定律	62
1-7 相对运动 力学相对性原理	65
拓展与应用系列讲座 A 物理学中的对称性与守恒律	69
思考题	73
习题	74
第二章 刚体和流体力学	79
2-1 刚体运动学	79
2-2 刚体的定轴转动	83
2-3 刚体的角动量定理和角动量守恒定律	93
*2-4 流体静力学	99
*2-5 流体动力学	104
拓展与应用系列讲座 B 液晶与显示	109
思考题	113
习题	114
第三章 相对论力学	118
3-1 狭义相对论的基本假设	118
3-2 相对论时空观	120



目 录

3-3 狭义相对论动力学初步	130
*3-4 广义相对论简介	136
拓展与应用系列讲座 C 宇宙与大爆炸	142
思考题	147
习题	147

第二篇 热 物 理 学

第四章 统计物理学基础	151
4-1 统计物理的基本概念	151
4-2 理想气体的压强、温度和内能	156
4-3 麦克斯韦分子速率分布律	164
4-4 玻耳兹曼分布律	168
*4-5 量子统计简介	171
*4-6 范德瓦耳斯方程	174
4-7 气体的输运过程	177
拓展与应用系列讲座 D 分形与分维	184
思考题	188
习题	189
第五章 热力学基础	192
5-1 热力学第一定律	192
5-2 热力学第一定律对理想气体的应用	195
5-3 热力学第二定律	205
5-4 熵和熵增加原理	210
*5-5 信息熵	218
拓展与应用系列讲座 E 耗散结构简介	220
思考题	225
习题	227

第三篇 振动和波动 波动光学

第六章 机械振动	233
6-1 简谐振动	233
6-2 简谐振动的合成	244
6-3 阻尼振动 受迫振动 共振	252
拓展与应用系列讲座 F 通向混沌	255
思考题	260



习题	261
第七章 机械波	264
7-1 机械波的产生和传播	264
7-2 平面简谐波的波函数	268
7-3 波的能量	273
7-4 惠更斯原理 波的衍射、反射和折射	280
7-5 波的干涉	284
7-6 驻波	288
7-7 多普勒效应	293
拓展与应用系列讲座 G 孤波和孤子	296
思考题	299
习题	300
第八章 波动光学	304
8-1 光波及其相干条件	304
8-2 分波阵面干涉	308
8-3 分振幅干涉	311
8-4 光的衍射	320
8-5 衍射光栅与光栅光谱	331
8-6 X 射线在晶体中的衍射	336
*8-7 光学信息处理	338
*8-8 全息照相	342
8-9 光的偏振	344
*8-10 偏振光的干涉	354
*8-11 电磁场的光效应 旋光现象	355
拓展与应用系列讲座 H 分子光学简介	358
思考题	362
习题	364
附录 I 矢量	368
附录 II 常用物理常量表	374
附录 III 物理量的名称、符号和单位 (SI) 一览表	375
参考文献	378
习题答案	379

绪 论

物理学是理论与实践高度结合的科学，它有一套全面、有效的科学方法。结构生物学家米歇尔曾说过：“对我影响最大的是我的物理老师，她教我如何思考问题，避免走弯路，使我的思想具有逻辑性。”对于将从事科学工作的读者，学好物理学都有着非同寻常的意义和价值。

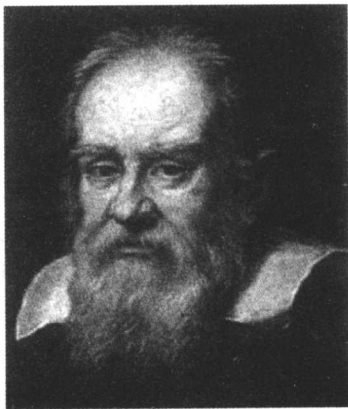
0-1 什么是物理学？

物理学研究物质的结构和相互作用及其运动规律。与其他学科相比，物理学更着重于对物质世界最普遍、最基本运动规律的探求。正如中国科学院院士冯端教授所说：“物理学作为严格的、定量的自然科学的带头科学，一直在科学技术发展中发挥极其重要的作用，过去是如此，现在是如此，展望未来还将是如此。”

一、物理学的形成和发展

16 世纪以前，封建制度和欧洲大陆宗教神学的统治，使得人们对物理学知识的积累只是零碎的，物理学未能形成一门独立的学科。人类进入 16 世纪后，由于思想的解放和生产力水平的提高，物理学的发展有了新的实验手段，加上数学的进步，物理学迅速发展成为一门独立的学科。

开普勒(J. Kepler)抛开世俗的束缚，从整理和研究第谷(B. Tycho)的天文观测数据中发现行星运动三定律(即轨道定律、面积定律和周期定律)。值得指出的是，开普勒的工作给人们以深刻的启示：科学不能停留在单纯的数据观测中，而必须对观测的数据进行细致的分析，才能找到事物运动的内在规律。



伽利略(G. Galileo, 1564—1642)

作为经典物理学奠基人的伽利略

(G. Galileo)在前人工作的基础上,把观察、实验、数学推算和逻辑论证结合起来,进行了著名的斜面实验和自由落体实验,揭示了力和运动的本质联系,得到了惯性定律和落体定律.他还发现了摆的等时定律和抛体的运动规律.伽利略的这些发现无论在物理学史上还是在整个科学史上都占有极其重要的地位.这不仅在于他纠正了统治近两千年之久的亚里士多德(Aristotle)的错误观点,更重要的是创立了对物理现象进行实验研究并把实验方法与数学方法和逻辑论证相结合的科学方法.物理学的历史生动地说明,伽利略创立的物理学研究方法有力地促进了物理学的发展.

经典力学的理论体系是以牛顿运动三定律为基础的.牛顿系统地总结了伽利略、开普勒等人的工作,得到了万有引力定律和牛顿运动三定律,并于1867年出版了他的科学巨著《自然哲学的数学原理》.牛顿在这一部书中,从力学的基本概念(质量、动量、惯性、力等)和基本定律出发,运用他所发明的微积分这一锐利的数学工具,建立了经典力学完整而严密的体系,把天体运动和地面上物体的运动统一起来,这是物理学史上第一次大的综合.《自然哲学的数学原理》的出版,标志着经典力学体系的建立.

热学的发展比力学要晚.18世纪末到19世纪初,由于产业革命的推动,在蒸汽机的发明和推广过程中,为了提高热机效率,就必须对热与机械运动的相互关系及其转化规律进行深入的研究,这有力地推动了热力学理论的建立和发展.到了19世纪40年代,先后有十几位科学家几乎同时提出了能量守恒定律,即热力学第一定律,其中主要的有迈尔(J. R. V. Mayer)、亥姆霍兹(F. Helmholtz)和焦耳(J. P. Joule)等人.焦耳对热功当量的测定是确定能量守恒定律的基础.能量守恒不仅表现在量的方面,还应该体现在“质”的方面,从而把能量守恒定律扩展成为能量转化与守恒定律.能量转化与守恒定律是19世纪中叶物理学史上最重要的发现.

随着热力学第一定律的建立,在19世纪50年代,克劳修斯(R. Clausius)、开尔文(L. Kelvin)总结前人的工作,其中特别是对卡诺为提高热机效率而进行的研究所得出的结论进行了分析,分别提出了热力学第二定律.它与热力学第一定律共同奠定了经典热力学的基础.经典统计热力学把热运动的宏观现象和微观机制联系起来,从大量的偶然事件中发现其必然性,给热力学的唯象理论提供了微观说明和数学证明,在力学规律的基础上又揭示了新的统计规律,这是经典物理学的又一次大综合.

19世纪堪称是人类的电磁学世纪.库仑(C. A. Coulomb)、奥斯特(H. O. Oersted)、安培(A. M. Ampere)、法拉第(M. Faraday)等人在电、磁及电磁相互作用和电磁感应等方面的重大发现奠定了现代电工学的基础,使人类在工农业生产中大规模利用电能梦想成为现实.19世纪后期,麦克斯韦

(J. C. Maxwell)以其天才的数学才华,总结了电磁现象的基本规律,通过提出感生电场、位移电流假设,把纷繁复杂的电磁现象和电磁运动用四个偏微分方程——麦克斯韦方程组加以概括.由麦克斯韦方程组可以推出:电磁场作为一种物质存在于我们的周围,由于电磁场的相互作用而存在电磁波.电磁波的传播速度与光的传播速度相等,因此得知光波是波长在某一范围内的电磁波,从而揭示了电、磁、光现象的统一性,完成了经典物理学的第三次大的综合.20多年之后,实验物理学家赫兹(H. R. Hertz)以实验证明了电磁波的存在.麦克斯韦的经典电磁场理论揭示了电场和磁场的内在联系和传播规律,是现代电工学、无线电学、光学、微波和红外技术的基础,它带动了电子、通讯、无线电等新型产业的迅猛崛起.

到19世纪后期,力学、热学、电磁学和光学等经典物理学已经建立了比较完整的理论体系,并取得了巨大的成功;同时物理学研究开始进入微观世界,并对高速运动现象,特别是光的传播和干涉进行了细致的研究,经典物理学的局限性也随即显露出来.20世纪初,普朗克(M. Planck)的量子论和爱因斯坦(A. Einstein)的相对论开辟了近代物理的新纪元.

相对论是于运用经典理论解决电磁现象的失败中产生的.我们知道,牛顿在建立经典力学体系的过程中,提出了绝对运动、绝对时间和绝对空间等观点,这些长期以来被认为是永恒的真理.迈克耳孙-莫雷实验使牛顿的时空观遇到严重的困难.1905年,爱因斯坦提出了光速不变原理和相对性原理,创立了狭义相对论.狭义相对论的建立,是时空观发展史上一次大的变革,它揭示了时间、空间和物质、运动的内在联系.1915年,爱因斯坦进一步研究了引力场理论和它的时空特性,建立了广义相对论.广义相对论进一步揭示了物质及其存在形式——时间和空间的辩证关系,指出了时间和空间离不开物质的存在.相对论建立了现代时空理论,揭示了物体的高速运动客观规律,是现代物理学的柱石之一.

19世纪末,瑞利(Rayleigh)和金斯(Jeanes)运用经典理论对热辐射问题进行的研究失败,被称为经典物理学的“紫外光灾难”.1900年,普朗克提出了能量分立的观点,成功地解释了黑体辐射现象.普朗克的这一革命性发现,突破了关于一切“自然过程都是连续性的”传统观念.

继普朗克之后,爱因斯坦又提出了光量子理论,解决了经典理论无法解释的光电效应等实验.光量子理论第一次揭示了物质的波动性与粒子性的对立统一关系.受爱因斯坦的启发,德布罗意(L. V. De Broglie)于1924年提出了物质波的假说.他指出实物粒子像光子一样,也具有波粒二象性.他的这一假说于1927年为戴维孙和革末的电子衍射实验所证实.1926年,薛定谔(E. Schrödinger)根据物质波的思想,采用了德布罗意提出的波函数来描写微观

粒子的状态,建立了薛定谔方程,创立了量子力学.量子力学用“波函数”和“不确定性原理”等概念来描写微观粒子的运动,说明了分子、原子、电子等微观粒子运动的规律.

物理学是自然科学的先驱.崭新的观念改变了人们对物质世界的认识,极大地推动了科学技术的发展.物理学的研究范围迅速扩大,不断深入.今天,人们在粒子物理学、原子核物理学、凝聚态物理学、原子分子物理学、光学、等离子体物理学、生物物理学、引力和宇宙学、宇宙射线物理学等分支学科中,在各个交叉学科和技术应用中,都取得了引人注目的成就.

二、物理学的层次结构

物质是物理学的研究对象,存在于我们周围,独立于我们意识之外.根据物质尺度的大小,“量”的差异有可能导致“质”的不同,因而物质世界存在不同的层次,这种看法古来有之,但直到20世纪才被证实.人们把物质世界明确的划分为以物理量的“貌似连续”为特征的宏观世界和以“不连续”为特征的微观世界.“宏”和“微”是“量”的差异,“连续”和“不连续”是“质”的不同.我们在谈论“层次”问题时,应该着眼于“质”.

从图0-1可以看出,在人类已研究的领域中,空间尺度跨越了42个数量级.通常我们把原子尺度的客体叫做微观系统(microscopic system),把大小在人体尺度上下几个数量级范围内的客体叫做宏观系统(macroscopic system),两者所遵守的物理规律迥然不同.一般来说,在非相对论的情况下,宏观系统可以用经典力学来处理,而在微观系统中宏观规律(如牛顿力学)不再适用,需要用量子力学来处理.根据物体的大小,通常又可把物理学细分为基本粒子物理、核物理、原子物理、分子物理、原子簇物理、凝聚态物理、天体物理、宇宙学物理.

自然界存在两个重要的常量,其一是光速 c ,另一个是普朗克常量 h .光速 c 是与相对论联系在一起的, h 在微观世界中起重要作用.爱因斯坦认识到牛顿力学的局限性,认为世界上处于绝对静止的惯

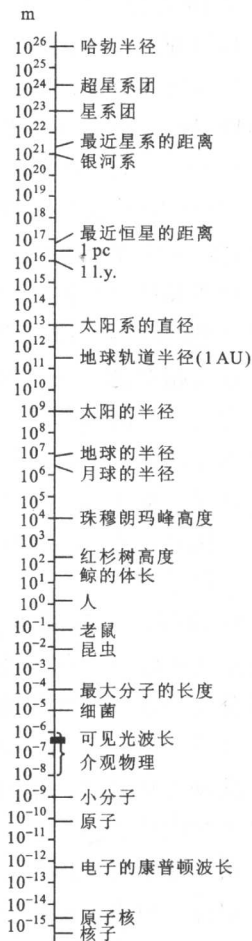


图0-1 物质的空间尺度

性系是没有的,世界上万事万物的运动都是相对的,时间与空间不是独立的;他把力学相对性原理推广为相对性原理,认为物理学规律在一切惯性系中具有相同的表达形式;同时他还注意到常量 c 的物理意义,以“光速不变”作为一个基本假设代替牛顿的绝对时空假设,导出了洛伦兹变换,从而建立了相对论.实验表明,相对论力学是比牛顿力学更高层次的力学,它不仅适用于描写宏观高速运动物体的运动规律,而且适用于描写宏观低速运动物体的运动规律,而牛顿力学只是当速度 $v \ll c$ 时相对论力学的极限情况.

常量 h 是普朗克在解释黑体辐射问题,提出能量量子化观点时引入的一个常量,后经爱因斯坦、玻尔(D. Bohr)、德布罗意、玻恩(M. Born)、薛定谔、海森伯(W. Heisenberg)等人的工作,建立了支配微观粒子运动的量子力学.微观粒子因为质量轻,运动状态不定,只能用态函数的形式来描写,遵守薛定谔方程的解的特点是描写微观粒子运动状态的物理量不是连续的,是量子化的,其中常量 h 的作用不可小视.如果视常量 h 为无限小的话,量子力学也将近似成牛顿力学.如果说常量 c, h 都必须考虑的话,则是相对论量子力学.

0-2 为什么要学物理学?

学习物理学,一方面可以掌握一些物质运动的基本规律和科学的研究方法,提高科学素养,形成科学的世界观;另一方面是因为物理学是其他自然科学和技术的基础,现在世界上公认的高新技术无一不与物理学密切相关,物理学全面系统的研究方法,对其他的自然科学和技术也是适用的.

一、物理学与高新技术

物理学是伴随着人类的生存、生产活动发展起来的,它是科学技术和社会发展的巨大推动力.物理学的发展与生产力的提高总是相辅相成的,如当今世界公认的六大高新技术(信息技术、新材料技术、新能源技术、生物技术、空间技术、海洋技术)均是以物理学为基础的;反过来,高新技术的迅猛发展促进了物理学研究的进一步深入.

物理学是科学技术的基础,也是现代文明的基础,体现在物理学的发展和进步带来了世界范围内的三次工业革命,对生产力的发展起了巨大的推动作用.历史上,物理学和技术的关系有两种模式.以解决动力机械为主导的第一次工业革命中热机的发明和使用提供了第一种模式.这种模式是技术向物理学提出问题,促使物理学发展理论,反过来提高技术,即技术 $\rightarrow$ 物理 $\rightarrow$ 技术.电气化的进程提供了第二种模式.先是物理学的探索,应用于生产实际后,带来

了生产力的巨大解放,发展生产力的需要促进物理研究的不断深入,技术的进步反过来促进物理学的发展.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.但几乎所有的高新技术领域(如电子学、原子能、激光、信息技术等)的创立,事前都经过了物理学的长期酝酿,在理论和实验上积累了大量知识后才迸发出来的.如果没有 1909 年卢瑟福的 α 粒子散射实验,就不可能有 40 年后核能的利用.如果没有 1917 年爱因斯坦的受激辐射理论,也就不可能有 1960 年第一台激光器的诞生.当今对科学、技术,乃至社会生活各个方面都产生了巨大冲击的高新技术,莫过于信息技术,它引发了第三次产业革命——信息革命.整个信息技术的产生和发展过程中,其硬件部分都是以物理学原理为基础的.19 世纪 20 年代,在量子力学基础上建立起来的固体能带理论成功地解释了固体的导电特性,即为什么有的固体导电,有的固体不导电,并预言存在一类导电性质介于导体和绝缘体之间的称为半导体的物质.循着这一思路,人们发现了半导体,并于 1947 年发明了晶体管,标志着信息时代的开始.1962 年发明集成电路,70 年代后期发明大规模集成电路,而后迎来了信息技术突飞猛进的发展.

可以看到,物理学思想和物理学原理正转化为巨大的生产力.正是一代又一代的物理学工作者执著的追求和长期不懈的努力,为现代科技的辉煌奠定了基础.物理学带动了原子能、电子、激光、计算机等一个又一个崭新产业的发展,其影响遍及生产、科研、国防、医疗卫生乃至家庭生活,大大改变了当代社会的结构以及人们的生活方式.如果没有物理学作为基础,高技术就会成为无源之水、无本之木,工程技术方面也同样难有高水平的创新.

二、物理学研究方法

人们做任何事情都要讲求方法,方法对头,事半功倍;反之,则事倍功半,甚至一事无成.德国物理学家亥姆霍兹曾说过这样一段话:“我欣然把自己比做山中的漫游者,他不谙山路,缓慢吃力地攀登,不时要止步回头,因为前面已经是绝境.突然,或许念头一闪,或是由于幸运,他发现一条通往前面的蹊径.等他最后登上山顶时,他羞愧地发现,如果他当初具有找到正确道路的智慧,本有一条阳关大道可以直通顶峰.”虽然人们常说“书山有路勤为径”,但要捷足先登,不能只凭气力,必须同时具有善于选择正确途径的智慧,即科学方法论的指导.掌握科学的方法,寻求正确的途径,是取得成功的前提.因此,我们在学习自然科学知识的同时,应该自觉地学习和掌握科学方法.

科学方法虽然给人们的不是现成的知识,但它是挖掘和打开知识宝库的工

具和钥匙。所谓方法,就是为了解决某一问题,从实践和理论上所采取的手段或操作的总和。实践证明,重大科学理论的突破与产生,往往都伴随科学方法的诞生。一部物理学发展史,也就是一部物理学方法论发展史。纵观物理学生机勃勃,曲折复杂的历程,许多物理学家(如伽利略、牛顿、爱因斯坦等)在崎岖的科学道路上,获取了一个又一个新的发现,同时也创造了一整套引人注目的物理学研究方法。

物理学方法大体上可分为两类:一类是常规方法,它具有一定的程式和规则,如观察、实验、理想化、类比、假说、归纳与演绎、分析与综合、各种数学方法等;另一类是非常规方法,如直觉、灵感、顿悟等,它的产生带有偶然性,它的进展带有“变幻莫测”的色彩,其思维特征与艺术有些相似,常夹带着戏剧性事件。顿悟是经验和思考的升华,机遇偏爱有心人,平时思想上有准备,就比较容易抓住稍纵即逝的机遇,所以科学上的重大发现不会是纯粹的侥幸。

由于物理学研究的是关于物质的基本性质和基本规律,因此,它的研究方法应用广泛,具有一般科学方法论的价值。首先,尽管自然科学中的各门学科都有各自的研究对象,但是自然本身是一个整体,各门学科之间没有也不应该出现鸿沟,所以只要物理学对自然界提供了规律性的认识,那么其哲学观点及方法论的思想就往往超出物理学本身的范围,对其他学科的发展产生影响。例如,物理学方法向其他自然科学或技术科学的转化移植,形成了一些新的边缘学科,如天体物理学、物理化学、量子化学、生物物理学等。

0-3 怎样学好物理学?

大学物理是理工科学学生的主要基础课程之一,对于学生掌握科学知识和科学研究方法,提高科学素养和创新能力,形成辩证唯物主义世界观,具有其他课程无法取代的优势。对于担负未来知识创新重任的大学生来说,无疑应该学好物理学。怎样学好物理学?首先应该了解物理学的特点。

一、物理学理论与实验

物理学是一门实验科学。在科学发展史上,人们表现出了观察和思辨的才能。古希腊的亚里士多德是一位学识渊博的学者,他强调在观察的基础上应用数学方法建立逻辑体系,但他忽视了实验,否则他不会得出较重物体下落较快的错误结果。

实验是根据研究目的,利用科学仪器和设备,人为控制和模拟自然现象,排除干扰,突出主要因素,在典型环境或特定的条件下研究自然规律.科学史表明,物理学的许多理论是以实验为基础的.近代和现代物理学上的一些重大突破,也是通过科学实验这个环节获得的.例如,法拉第用实验发现电磁感应定律;居里夫妇用实验发现了放射性元素——镭;卢瑟福用实验发现了原子的“太阳系”结构等.不难看出,随着科学的发展,科学实验已成为科学技术进步的直接推动力量.

实验也是检验理论正确与否的唯一标准.许多物理学理论是通过提出命题,推测结果,提出假说,实验检验的过程建立的.只有通过实验检验了的假说才会成为物理学理论.例如,赫兹证明了电磁波的存在,麦克斯韦关于电磁场和电磁波的假说才上升为理论;美国物理学家戴维孙和革末所做的电子衍射实验,证明了德布罗意的波粒二象性假设的正确;只有当美籍华人吴健雄用实验证明弱相互作用下宇称不守恒后,杨振宁、李政道才登上诺贝尔奖的领奖台.从这个意义上来说,理论物理学家是伟大的,实验物理学家同样是伟大的.所以,我们不仅要学习物理学理论,更要培养自己的动手能力.由于自然界发生的一切物理过程都是非常复杂的,各种现象交织在一起,而且受周围环境的影响,所以,我们要努力掌握实验技能,将纷繁无定的自然过程加以简化,纯化,以至定向强化,以突出主要因素,排除次要因素,使之成为人们可以控制的物理实验.

二、物理学与数学

物理学是定量的科学,它不满足于定性地说明现象或者简单地用文字记载事实.为了尽可能准确地从数量关系上掌握物理规律,数学就成为物理学不可缺少的工具.在相当长的一段历史时期内,数学和物理学几乎是不可分割地联系在一起的.始于古希腊的欧几里得几何学,既是数学的一个分支,又是物质世界距离与形状的描述,是物理学的一部分.牛顿的《自然哲学的数学原理》总结了前人的研究成果,其中不仅用到了欧几里得(Euclid)几何学,而且也用牛顿自己发明的微积分[微积分是牛顿和莱布尼茨(G. W. Leibniz)各自独立发明的]对力学规律进行表述和推算,使力学成为具有简明数学形式的统一理论体系.1854年,麦克斯韦阅读了法拉第的《电学的实验研究》,发现法拉第的“力线”思想和“场”的模型具有非凡的价值,但他也看到了法拉第只是定性地表述这些新思想的弱点,于是他抱着给法拉第的新观念“提供数学基础”的愿望,开始了他的研究工作.他把电磁现象与流体力学现象进行类比,引入了位移电流和涡旋电场,通过严密的数学推导,用一组偏微分方程全面、系统、完整地表达了电磁运动的基本规