



普通高等教育“十二五”规划教材

FEIXING TESE DAXUE WULI

飞行特色 大学物理

白晓明 等编著

上册



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

013046758

04-43
215
V1

普通高等教育“十二五”规划教材

飞行特色大学物理

上册

白晓明 邵伟 余辉 于华民 编著



机械工业出版社



北航

C1652478

04-43
215
V1

827310810

本书是空军航空大学飞行特色基础教材《飞行特色大学物理》上册,是根据教育部最新颁布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版),并结合作者大学物理课程教学改革实际情况和多年教学经验编写而成。内容包括力学、振动和波动、热学和相对论部分,另外还配置了惯性导航、微加速度计、卫星家族、惯性导航中的各种陀螺仪、混沌简介、反声探测技术、航空大气数据计算机、新能源技术及其军事应用、太空“利剑”——粒子束武器等小篇幅阅读材料供学员选读。本书主要特色是:各章引言介绍相关物理学史,展示科学家的创新过程;各节设相关内容的航理及军事应用,突出理论联系实际和学以致用;在应用能力训练和章后习题中融入大量与生活、飞行和军事相关的习题,激发学员兴趣,提高教学的针对性和有效性。

本书为高等军事或航空航天院校本科专业学生的大学物理教材,也可作为其他各层次师生的教学或自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

飞行特色大学物理.上册/白晓明等编著. —北京:机械工业出版社, 2013.1

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-41064-5

I. ①飞… II. ①白… III. ①物理学—高等学校—教材 IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 319023 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李永联 责任编辑:李永联 贺 伟

版式设计:霍永明 责任校对:闫玥红

封面设计:马精明 责任印制:杨 曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·24.5 印张·544 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-41064-5

定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

进入 21 世纪后,随着我国综合国力的增强和国防建设的转型,对空军未来发展提出了越来越高的要求。同时,新世纪爆炸式的知识信息增长使知识更新的周期不断缩短。大学扩招变原来的“精英教育”为“素质教育”,引起了生源综合能力素质的改变。在这种大背景下,再继续沿用近几十年来的物理教学模式,特别是物理教材模式,就很难适应这种时代的变化。因此,大学新课程体系人才培养方案对飞行人才在科学文化知识、能力和素质提出了明确要求:“掌握终身发展必备的自然科学基础理论和基本知识,了解其在军事飞行领域中的应用,了解科学发现的过程,领悟科学探究方法,形成科学创新意识;具有一定的科学思维和创新思维能力;具备运用科学思想和科学方法解决问题的能力,具有求真的科学精神、务实的科学态度和严谨的科学方法。”

大学物理作为本科生必修的一门重要基础课,在为后续课程及以后的再学习打下必要的物理基础,使学生在获得必要的自然科学知识的同时,还能受到良好的物理学思想和物理学方法的培养训练。因此,它在落实大学人才培养目标方面具有举足轻重、难以推卸的责任。为此,我们融合我校基础部多年来飞行特色基础教育改革的经验和成果,编写了这套飞行特色《飞行特色大学物理》教材。本书主要特色是:

(1) 每章开篇设“引言”,重点介绍与本章内容相关的物理学史。科学并不完全等于技术,它还应该是一种文化。既面对自然,以理性的态度看待自然,也深入人性,弘扬诚实、合作、为追求真理而不屈不挠的献身精神。读史使人明智,了解科学思想的逻辑发展和历史行程,不仅对学生牢固掌握物理理论有益,还可以增强他们的质疑和批判精神。力求以发展、变化、联系的思想为标准来裁决和审视一切科学假说与科学理论,不迷信权威,这是科学能不断向前发展的动力;创新是我们时代的主题,由物理学概念、原理逐步形成的历史,就是无数智者质疑、批判和创新的历史,他们经历的科学创新过程对学员形成科学创新意识有重要的启迪作用。

(2) 每章后设“飞行军事及工程应用”阅读材料,介绍与本章物理基础知识相关的航空理论、航空设备、电子技术和未来军事装备发展的前沿知识,体现飞行特色、军事特色,充满知识性、趣味性、可读性、前瞻性、应用性、启发性和教育性,这里搭建的是一个理论联系实际、激发创新思想和引领学术前沿的平台,也是吸引军校大学生课外学习探究的园地。

(3) 每章后设“本章归纳总结”,引导学生对繁杂知识进行归纳、总结和升华。

(4) 课后习题:习题配置充分反映物理知识在生活、工程和军事应用,特别是航空等方面的实际应用,在把枯燥、单调的物理学学习转变为有趣、充满活力和生动的课程的同时,强化理论联系实际的意识和观念,开发科学思维和创新思维的能力。

(5) 每节内容分为四个部分:

1) 物理学基本内容: 根据教育部颁布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版), 精选教学内容, 强调科学素质的培养, 从大学生的认知特点、教学规律、物理知识体系出发, 强调物理知识的系统性、整体性, 强调各部分知识间的相互联系。把每节物理知识内容按照物理概念、物理规律和知识运用划分为三个层次, 知识运用层次放到“航理及军事应用”或“应用能力训练”栏目, 部分较深较难或教学基本要求次级要求的问题放到“物理知识拓展”栏目, 供学有余力的学生探究式学习。

2) 航理及军事应用: 主要介绍与本节物理内容密切相关的航理及军事应用知识, 用物理学定理(定律)分析解决航理及军事、工程应用问题, 从而调动学生的学习热情, 加深学生对物理知识的理解, 在提高教学效能的同时, 实现军事航空装备科技信息的全程灌输, 建立物理基础知识在应用领域中的互通性、统一性, 适应科技时代多元化和科技发展综合化的要求。

3) 物理知识拓展: 把部分较深较难的问题放到这里, 供学有余力的学生学习和探究。

4) 应用能力训练: 这里开辟例题、应用性习题、物理知识应用等, 培养学生应用知识解决实际问题的能力。

本书上册第5~10章由白晓明编著; 第3~4章由邵伟编著, 绪论和第1章由余辉编著; 矢量和题解由于华民编著。下册第17~19章由李春萍编著; 第11~16章及第20章主要由白晓明编著, 其中第11章、第12章习题和阅读材料由张健编著, 第14章、第16章习题内容由郭秀娟编著。本书在编著过程中参考了国内外很多优秀教材, 谨此致谢。

诚然, 由于编者知识和能力所限, 再加上时间的紧迫, 虽然有很多好的愿望, 但是在实践中不可避免地会出现许多不足。因此, 希望本教材的每一位读者都是能给予我们最直接帮助的朋友。您在阅读或使用本教材时感到的不足, 对我们则正是最需要、最宝贵的意见和建议, 也正是我们最希望了解和知道的, 请不吝赐教。

虽然本教材的编写只是教改的一个尝试, 但我们还是愿意在学校领导、教务处及基础部等各级领导的支持下, 在大家的帮助下, 通过共同努力, 把我校大学物理的教学改革推向新的阶段。

编 者

目 录

前言

绪论	1
第1章 质点的运动	8
引言	8
1.1 参考系 质点	9
1.2 描写运动的四个物理量	12
1.3 平面曲线运动	23
1.4 相对运动	31
本章归纳总结	36
本章习题	37
本章军事应用及工程应用阅读材料——惯性导航	39
第2章 牛顿运动定律	42
引言	42
2.1 牛顿运动定律的内容	43
2.2 流体力学基本概念	49
2.3 力学中常见的力	55
2.4 牛顿运动定律的应用	62
2.5 非惯性系 惯性力	68
本章归纳总结	72
本章习题	72
本章军事应用及工程应用阅读材料——微加速度计	77
第3章 功和能	80
引言	80
3.1 功 动能定理	81
3.2 保守力与势能	89
3.3 机械能守恒定律	95
本章归纳总结	106

本章习题	106
本章军事应用及工程应用阅读材料——卫星家族	111
第4章 冲量和动量	113
引言	113
4.1 冲量 动量定理	114
4.2 动量守恒定律	122
4.3 质心 质心运动定理	130
4.4 角动量 角动量守恒定律	135
4.5 质量流动与火箭飞行原理	140
本章归纳总结	146
本章习题	147
本章军事应用及工程应用阅读材料——火箭推进技术介绍	152
第5章 刚体的定轴转动	154
引言	154
5.1 刚体及刚体运动	156
5.2 转动定律	160
5.3 定轴转动中的功能关系	172
5.4 角动量 角动量守恒定律	178
本章归纳总结	185
本章习题	185
本章军事应用及工程应用阅读材料——惯性导航中的各种陀螺仪	192
第6章 机械振动	194
引言	194
6.1 简谐振动	195
6.2 简谐振动的旋转矢量表示法	202
6.3 简谐振动的能量	206
6.4 简谐振动的合成	209
6.5 阻尼振动 受迫振动 共振	215
本章归纳总结	219
本章习题	220
本章军事应用及工程应用阅读材料——混沌简介	223
第7章 机械波	226
引言	226

7.1 机械波的一般概念	227
7.2 平面简谐波的波函数	233
7.3 波的能量 能流密度	240
7.4 惠更斯原理 波的叠加和干涉	245
7.5 驻波	250
7.6 多普勒效应	256
本章归纳总结	259
本章习题	260
本章军事应用及工程应用阅读材料——反声探测技术	264
第8章 气体动理论	267
引言	267
8.1 平衡态 状态参量	268
8.2 理想气体的压强和温度	274
8.3 气体分子热运动的速率分布	285
本章归纳总结	294
本章习题	295
本章军事应用及工程应用阅读材料——航空大气数据计算机	296
第9章 热力学基础	298
引言	298
9.1 热力学第一定律	299
9.2 热力学第一定律对理想气体的应用	306
9.3 绝热过程	310
9.4 循环过程 卡诺循环	316
9.5 热力学第二定律	323
本章归纳总结	332
本章习题	333
本章军事应用及工程应用阅读材料——新能源技术及其军事应用	337
第10章 相对论	340
引言	340
10.1 狭义相对论	341
10.2 狭义相对论的时空观	349
10.3 狭义相对论动力学	357
本章归纳总结	363
本章习题	364

本章阅读材料——太空“利剑”——粒子束武器	365
习题参考答案	367
附录 矢量	375
参考文献	381

绪 论

一、物理学研究的对象

客观世界的一切实体都是物质的，所有物质都在不停地运动着，自然界中的一切现象都是物质不同运动形式的表现。各种运动形式之间既有区别又有联系，物质运动的规律既有共性也有个性。不同的学科门类研究真实世界中不同的运动形式和运动规律。例如，宇宙学研究天体演化的规律；生物学研究生物进化的规律；化学研究化学变化的规律等。物理学是研究物质、运动和物质间相互作用最基本、最普遍规律的一门科学。

物理学通过研究物质运动的共性和规律，引导人们认识物质世界的基本属性。例如，宇宙间的一切物体，无论化学成分如何不同，有无生命，都遵从物理学中的万有引力定律；一切变化过程都遵从物理学中所确定的能量转化与守恒定律；任何有限的孤立系统的熵都不会减少，即遵从熵增加原理。

物理学是其他自然科学和工程技术科学的重要基础。不仅它的研究成果是自然科学的基础，而且它的发展可以推动其他自然科学的发展。

二、物理学研究的特点

1. 物理学研究的范围

物理学的研究范围非常广泛，空间尺度的数量级为 $10^{-18} \sim 10^{25} \text{m}$ ；时间跨度的数量级为 $10^{-25} \sim 10^{18} \text{s}$ 。

按照客观世界的空间尺度划分，物理学研究层次有：宇观、宏观、介观和微观。

物理学将物质的运动形式划分为：机械运动、分子运动、电磁运动、原子和原子核内部的运动等。

物理学将物质之间的相互作用划分为：引力相互作用、弱相互作用、电磁相互作用和强相互作用。

物理学的发展过程可划分为：经典物理（力学、热学、电磁学、光学、声学）和近代物理（相对论、量子力学）。

物理学有很多分支学科，如天体物理学、粒子物理学、凝聚态物理学、等离子体物理学、激光理论、表面物理、低温物理等。

物理学中最重要的五个基本理论是：

牛顿力学或经典力学——研究物体的机械运动；

热力学——研究温度、热、能量守恒以及熵增原理等；

电磁学——研究电、磁以及电磁辐射等；

相对论——研究高速运动、引力、时间和空间等；

量子力学——研究微观世界。

2. 物理学的研究方法

与其他自然科学一样，物理学的研究方法必须遵循辩证唯物主义认识论的规律，也就是实践—理论—实践的规律。具体来说，物理学的理论是通过观察、实验、抽象、假说等研究方法，经过实践的检验而建立起来的。

观察和实验是科学研究最基本的方法。观察就是由自然界中发生的某种现象，在不改变自然条件的情况下对其进行观测研究。如对天体和大气层中的现象一般是不能用人为方法来改变它的运动规律的，常采用观察的方法。

实验则是在人工控制的条件下，使某种现象反复重现，对其进行观测研究。在实验中，常把复杂的条件加以简化，突出主要因素，排除或降低次要因素的作用，这是一种非常重要的研究方法。例如：用实验观测匀速直线运动规律或动量守恒定律时，把光滑木板改为气垫导轨就是为了进一步减少摩擦力这一外界因素的作用，提高实验的精度。

观察和实验对自然现象只能得到片面的、局部的感性认识或获得粗略的定量关系，不能得出本质和普遍的联系。要得到反映本质的普遍规律，就必须将感性或粗略的认识上升到理性认识层面。完成感性向理性飞跃的基本手段是对大量实验数据和感性认识进行综合归纳分析，通过去粗取精、去伪存真的抽象（通常以理想模型为依托）和概括，最终得出规律。

抽象的方法需要根据问题的内容和性质，抓住主要因素，忽略局部的、次要的和偶然的因素，建立一个与实际情况相接近的理想模型取代实际对象来进行研究，从而获得模型在给定条件下的基本运动规律。例如，“质点”、“刚体”和“理想气体”等都是物体的理想化模型。把物体看成“质点”时，“质量”和“点”就是主要因素，物体的“形状”和“大小”是可以忽略的次要因素；把物体抽象为“刚体”时，物体的“形状”和“大小”均保持不变，这时物体的“形状”“大小”“质量分布”是主要因素，物体的“变形”是可以忽略的次要因素。将气体视为理想气体时，气体分子间的碰撞和自由运动是主要因素，分子间的引力和重力是被忽略的次要因素。在物理学的研究中，这种理想化模型的建立是十分重要的。

在物理学的创立过程中，假说是另一主要方法。为了认识物质的属性或寻找物理规律，对于现象的本质或联系所提出的一些说明方案或基本论点等统称为假说。假说是在一定的观察、实验的基础上提出来的，但假说还不是被承认的理论，它只是以理想模型为依托的探索性“理论”或“理论”初型。例如：在一定实验基础上提出来的物质结构的分子、原子假说，是分子运动论的理论初型；在近代物理研究中，我国物理工作者提出的层子模型和国外学者提出的夸克模型等就是尚不完备的理论初型。

抽象出的理想模型和假说，再在一定的范围和条件下通过反复的实验检验，不断修正，将其“去粗取精，去伪存真”，使其日趋完善。提出的理想模型和假说如果能够

正确反映客观规律和解释物理现象,便上升为定理或定律,成为理论的一部分。例如,分子、原子假说后来就发展成为分子运动论;量子假说的建立及量子理论的演变,最后发展成为量子力学理论。在科学理论发展的过程中,理想模型和假说起着理论母体的作用。在一定意义上说,理想模型和假说对物理学研究是很重要的,甚至是必不可少的一个阶段,没有理想模型或假说就没有物理学乃至整个自然科学。

物理学中把同类运动客体在多次同类实验中所体现出的共同规律称为物理定律。物理定律是由实验直接总结概括得出的,通常用文字或数学公式的形式表明某些物理现象或物理量之间的规律或定量关系。由于这种关系是在一定的实验条件下得出的,受实验条件、实验仪器精确度等因素的限制,有其近似性和局限性,因而物理定律具有一定的适用范围。

根据已知的物理学定律,结合某些物理量的定义,通过数学推导或逻辑演绎的方法,可以导出某些物理量的定量关系,这些定量关系的数字表达式通常称为物理定理(或原理)。物理定律或定理构成物理理论的骨架,成为在一定范围内进行实践活动的指南。

物理学的理论是通过对许多并不相同但相互联系的现象进行分析研究,依据一些已经建立起来的定理、定律,经过高度的精炼和概括而形成的系统化的知识和体系完整的理论。往往不仅可以从少数几条比较简单的基本原理出发,说明一定范围内的各种现象,并且还能在一定程度上预言未知现象的存在,进一步指导新的实践。例如麦克斯韦电磁场理论,它不仅能够解释各种电现象和磁现象之间的关系,而且还预言了电磁波的存在及其传播速度,并最终为实验所证实。

从观察、实践、抽象、假说到理论,物理学的研究并没有结束,理论将继续接受实践的检验。

随着生产的发展和技术的进步,人们的实践活动和观察视野都在向物质世界的更深更广处发展。在新的实践和实验面前,原来被实践证明是正确的物理规律,可能会出现理论与事实不符的现象,甚至理论与事实矛盾,这时就必须修正原有的理论,有时甚至要彻底放弃原有的理论,重新寻找和建立更能反映客观实际的新理论。例如,20世纪初,在近代物理实验中出现的与牛顿力学相矛盾的现象,促成了相对论力学与量子力学的建立。再如,热力学理论曾指出,导体趋于热力学温度零开时其电阻才趋于零而成为超导体,而现在国内外的一些学者已经在实验室中发现物质在100K附近或以上出现的超导现象,这就使得超导材料的制备和应用具有了现实意义。这种实践和认识相互促进、不断深入和发展的过程,完全符合辩证唯物主义的认识法则,即实践、认识、再实践、再认识,这种形式循环往复以至无穷。而实践和认识经每一循环后,都会上升到更高一级的程度。近代物理的实验事实一再证明,“基本粒子”并不基本,还有更复杂的结构,人类目前认识的层次受到认识水平以及科学技术水平的限制。对宏观世界的认识也是如此。从地心说发展到日心说,再到银河系,再到河外星系和总星系,总星系外也许还有天体和物质。人类对物质世界的认识无论是宏观层面还是微观层面,都是不可穷尽的,科学的发展是无止境的,一切墨守成规、止步不前的观点都是错误的。

物理学的理论和实验在相互促进和丰富中得到发展。一个没有思想的实验工作者可以发现无穷无尽的事实,不过难以上升到理论。一个理论家如果不受实验检验的约束也可能产生出极其丰富的思想,不过与大自然毫无关系。目前物理学已经成为实验物理、理论物理、计算物理三足鼎立的科学。

三、物理学与社会经济发展的关系

科学技术起源于人类的实践活动,科学技术的发展又反过来推动生产实践。随着现代科技的发展,科学与生产的关系也越来越密切。科学技术作为生产力越来越显示出巨大的作用。人类为了生产的需要,从远古就开始研究日月星辰的运动,有了天文学的萌芽,同时也积累了丰富的力学知识。16 世纪末,随着资本主义在欧洲的出现,生产力得到很大发展。生产中提出的大量问题大大促进了力学和热学的发展。如 17 世纪的英国物理学家牛顿,在总结前人科研成果的基础上,归纳概括出机械运动的基本定律——牛顿三大定律,奠定了物理学的基础;18 世纪初,热现象的研究也走上了实验科学的道路,加快了热学理论研究的进程,焦耳于 1850 年总结出热力学第一定律(包括热学现象在内的能量守恒与转化定律),差不多同时,克劳修斯和开尔文又分别发现了标志能量传递和转化方向的普遍规律——热力学第二定律。热力学第一定律和第二定律奠定了热力学理论的基础。物理学的其他分支也是在生产实践的推动下发展起来的,并推动科学技术和生产的发展。近代工程技术的三大突破集中而充分地显示出物理原理对工程技术和生产实践的巨大作用。

在物理理论指导下,蒸汽机、电力和电子计算机的发明和应用是近代工程技术的三大突破。瓦特发明的蒸汽机是近代工程技术的第 1 次大突破,它是在牛顿力学的建立和热力学发展的基础上实现的。它有效地实现了把热能转化为机械能,是动力能源的一次技术革命,引起了工程技术的全面改革,推动了社会生产力的发展,促进了大工业的兴起,把以英国为中心的工业革命推向了崭新的蒸汽时代。在麦克斯韦电磁理论的推动下取得的电力的广泛应用是近代工程技术发展的第 2 次大突破,它为工业生产提供了新的方便的巨大能源。各种电机、电器和通信设备的相继出现为各种形式能量的相互转化提供了有效途径。第 2 次大突破是蒸汽时代向电气化时代转化的标志,使工业走向电气化道路,把生产力的发展又大大地推进了一步。到了 20 世纪,随着相对论力学和量子力学的建立,人们对原子和原子核结构的认识日益深入,在此基础上实现了原子能和人工放射性同位素的利用;量子力学的微观理论又促进了半导体、核磁共振、激光等技术的发明。工程技术发展的第 3 次大突破是 20 世纪 40 年代开始的电子计算机技术的发明和利用。电子计算机的不断更新和发展,促使工业生产向自动化进军。机器人的诞生和应用、空间技术和遥控技术的飞速发展,极大地提高了人类对物质世界的认识,为物理理论的进一步发展提供了更多更广泛的资料。在基本粒子、遗传工程和控制技术等边缘科学迅速发展,新兴工业蓬勃兴起的背景下,物理学的许多领域都孕育着新的突破,许多学者正在致力于大统一理论的建立,现代科学技术正在经历一场新的革命。事实证明,自然科学的理论研究一旦获得重大突破,必将为技

术和生产带来巨大变革,促进生产力的极大提高。

四、物理学中的科学美

科学与艺术一样,都是建立在对自然界征服的基础上的,都是人类美的创造结果。科学家创造和欣赏科学理论,与艺术家创作和欣赏艺术作品时所产生的美感相同。

爱因斯坦说道:“音乐和物理学领域中的研究工作起源是不同的,可是二者被共同的目标联系着,这就是对表达未知东西的企求。……这个世界可以由音符组成,也可以由数学公式组成。”

康德在《自然通论和天体论》中讲道,“宇宙以它的无比巨大、无限多样、无限美妙照亮了四面八方,这样的尽善尽美激起了我们的想象和求知欲。”相信宇宙是完美的信念,是科学家们不屈不挠地探求真理、献身科学的最强烈的动机之一。

科学与艺术用不同的同构方式、方法和语言来反映精确、严格的美和混沌、奔放的美,从美学的角度来看,两者都遵循着共同的形式美的组合规律——简单性、对称性以及和谐统一性等。

简单性:科学力图用一个凝练、简洁的公式或定律去概括最大量、最丰富的自然现象。牛顿用力学运动三大定律和万有引力定律囊括了伽利略、开普勒等前辈的成果;爱因斯坦以两个基本假设(光速不变原理和相对性原理)为基础,建立了狭义相对论;广义相对论以两条基本假设(等效原理和广义协变原理)为基础,进一步把物质、运动、时间、空间和引力统一了起来。

对称性:主要有空间对称性(镜对称、轴对称、点对称)、时间对称性(周期、节奏、旋律)和与时空坐标无关的更复杂对称性。物理学中的各种守恒定律就是物理规律的各种对称性(即不变性)的反映。例如:

空间平移不变性 $\leftrightarrow$ 动量守恒

空间转动不变性 $\leftrightarrow$ 角动量守恒

时间平移不变性 $\leftrightarrow$ 能量守恒

空间反演不变性 $\leftrightarrow$ 宇称守恒

整体规范不变性 $\leftrightarrow$ 电荷守恒

“美学上真正完美的对称形式”还有麦克斯韦方程组、狄拉克系列方程和杨-密尔斯规范场理论等。

和谐统一性:艺术家追求多样的统一,认为互相对立、排斥的因素结合在一起形成的和谐比非对立因素的统一更具魅力。物理学中不同的声、形、色等因素在质、量、空间、时间等方面都可以形成强烈的对比。物理学中“在”与“不在”、作用与反作用、吸引与排斥、凝聚与扩散、电场与磁场、辐射与吸收,以及近代物理学中出现的微观客体的波动性与粒子性、连续性与间隔性、粒子与反粒子等都是这种辩证统一的和谐关系的具体体现。

科学与艺术拥有相同的形式美的组合规律还表现在其他方面,如科学和艺术都追求记忆奇异性和对称破缺等。当科学家站在科学的领地里,用哲学家的头脑去思索人

和自然的本质问题时，他的一只脚已经不由自主地踏上了艺术的领地，为人类展示了科学的美。

五、如何学好物理学

物理学是大学理工科各专业的一门重要基础课，学生应该根据教学要求掌握物理学的基本理论和基本知识，充分认识物理学学科的自身规律，并注重实验技能方面的训练，为今后学习专业知识和自我发展打下必要的基础。

1. 掌握科学的学习方法，坚持终身学习

当前，信息技术全面进入人们的生活，并开始改变人们所熟悉的世界，新技术和新发明的大量涌现所带来的“知识爆炸”，以及知识更新周期的不断缩短，促使人们为了生存而必须“终身学习”，以便不断更新自己的知识来适应社会的激烈变化和竞争，具备终身学习的愿望和能力远比单纯掌握知识更重要。

物理学习从根本上说是一种认知过程，是学生的物理认知结构发生变化的过程。学习效果的好坏很大程度上是由学习方法决定的，因此，在物理学习过程中，掌握科学有效的学习方法，培养和形成科学的学习能力就具有重要的现实意义。

2. 透彻理解和掌握物理基本概念、基本理论

学习基础理论的关键在于掌握基本概念。物理概念是反映客观事物本质的一种抽象，是在大量观察的基础上，运用逻辑思维的方法，把一些事物本质的、共性的特征集中起来加以概括形成的。任何一门学科，如果没有一些概念作为出发点，就不可能揭示这门学科的客观规律，也就不可能使其在实践中加以应用。

物理学正是一门概念性很强的自然科学，基本概念是物理学一切逻辑系统中不可再分解的逻辑元素，对每一个基本概念都应明确：（1）问题是怎样提出来的？为什么要引入这一概念？根据哪些事实，或哪些已知的理论进行分析、综合、概括的？（2）概念是怎样定义的？如果它是一个物理量，其量值和单位如何？此概念的物理意义是什么？其适用的条件和范围是什么？（3）这一概念与其他物理量有什么联系？用它说明、解释哪些现象？可以解决些什么问题？分析和解决问题的思路和方法是怎样的？

基本理论是物理学的核心内容，大学物理学中的基本理论不少是以定律、原理或定理的形式表述出来的，它反映了概念之间的联系和制约关系。基本理论有些是从观察实验中发现的，有些是从逻辑推理中得到的。对此，应做到：（1）理解基本理论所反映的物理实质，掌握基本理论的文字陈述；（2）掌握定律和定理的数学表达式。物理学的定律和定理常常有相应的数学表达式，对数学表达式应与相应的文字陈述对照起来进行理解，并能够互相转译；（3）掌握基本理论的适用范围和条件。由于人类认识的局限性，加之事物本身的不断发展，所以任何物理定律、原理和定理都有适用范围，不掌握这一点，就会在应用中出现错误；（4）了解基本理论在物理学中的主要应用。

3. 注重智力训练和能力训练

作业训练是物理学习中不可缺少的重要环节。做习题的目的是巩固、深化和灵活运用所学知识,从而提高分析问题和解决问题的能力。做每一道习题都应依据相关的物理学原理理清解决问题的思路和方法;有些题目可以试用不同的方法去求解,因为有些物理现象常常与外界有各种不同的联系,用不同的方法处理同一问题,可以从各个不同的侧面去认识同一物理现象,进而对物理规律有更全面和更深刻、透彻的理解。这是一种有效的能力训练方法。

在学习物理过程中,不要只注意书本知识而忽略智力训练。大学物理课程可以训练学生的观察实验能力、抽象思维能力、逻辑推理能力、空间感知能力、数学运算能力、应用科技术语表达的能力、从函数关系中揭示隐藏的物理规律的能力、创造性学习的能力等。

4. 培养探究意识和创新能力

在学习中要变“被动接受”为“主动探究”,培养探究意识和创新实践的能力。在系统掌握物理理论的同时,更应该学习物理学家对未知领域孜孜不倦的探究精神和理论形成过程中的科学方法,能认识到一个物理理论发现和完善的过程远比物理学结论本身更重要,因为充满了探究、发现、揭示、归纳、总结的物理理论的探索过程对培养学生实事求是的科学态度、敢于创新的探索精神、深入细致的探究能力是更有价值的东西。

5. 善于发现问题、提出问题

在学习过程中要敢于发现问题、提出问题。爱因斯坦曾说:“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要,因为解决一个问题也许仅是一个数学上或实验上的技能而已,而提出新的问题、新的可能性,从新的角度去看问题,都需要创造性的想象力,而且标志着科学的真正进步。”

6. 学会鉴赏,学会区别

在大学物理学习中,除了学习事实、定律、方程和解题技巧外,还必须努力从整体上掌握物理学。要了解各分支间的相互联系。现代观点认为,应该从整体上逻辑地、协调地来把握物理学。在学习中,对于基本物理定律的优美、简洁、和谐以及辉煌应该有所体会,要学会鉴赏其普适程度,了解其适用范围。还要学会区别理论和应用、物理思想和数学工具、一般规律和特殊事实、主要和次要效应、传统的和现代的推理方式等。

只有掌握物理学的基本理论、基本知识和基本技能,并从中逐步学习物理学思考问题和解决问题的方法,才能更好地继续学习其他科学技术知识;只有广泛了解物理学在工程技术中的实际应用,才能使我们更进一步贴近人类现代文明的脉搏,从而促进我们的学习、生活和工作日新月异地向前发展。在当代理工科学生的知识、能力结构中,物理学具有不可替代的基石作用;在现代工程技术中,物理学具有举足轻重的导向作用。

第1章 质点的运动

引言

力学是物理学中发展最早的一个分支，它和人类的生活与生产联系最为密切。早在遥远的古代，人们就在生产劳动中应用了杠杆、螺旋、滑轮、斜面等简单机械，从而促进了静力学的发展。古希腊时代，就已形成比重和重心的概念，出现杠杆原理；阿基米德（Archimedes，约公元前 287—前 212）的浮力原理提出于公元前 200 多年。我国古代的春秋战国时期，以《墨经》为代表作的墨家，总结了大量力学知识，例如：时间与空间的联系、运动的相对性、力的概念、杠杆平衡、斜面的应用以及滚动和惯性等现象的分析，涉及力学的许多分支。虽然这些知识尚属力学科学的萌芽，但在力学发展史中应有一定的地位。

16 世纪以后，由于航海、战争和工业生产的需要，力学的研究得到了真正的发展。钟表工业促进了匀速运动的理论；水磨机械促进了摩擦和齿轮传动的研究；火炮的运用推动了抛射体的研究。天体运行的规律提供了机械运动最纯粹、最精确的数据资料，使得人们有可能排除摩擦和空气阻力的干扰，得到规律性的认识。天文学的发展为力学找到了一个最理想的“实验室”——天体。但是，天文学的发展又和航海事业分不开，只有等到 16，17 世纪，这时资本主义生产方式开始兴起，海外贸易和对外扩张刺激了航海的发展，这才提出对天文作系统观测的迫切要求。第谷·布拉赫（Tycho Brahe，1546—1601）顺应了这一要求，以毕生精力采集了大量观测数据，为开普勒（Johannes Kepler，1571—1630）的研究作了准备。开普勒于 1609 年和 1619 年先后提出了行星运动的三条规律，即开普勒三定律。

与此同时，数学上也有人为新科学的诞生作了准备，13—14 世纪英国牛津大学的梅尔顿（Merton）学院集聚了一批数学家，对运动的描述作过研究，他们提出了平均速度的概念，后来又提出加速度的概念。不过，他们从未用之于落体运动。以伽利略（Galileo Galilei，1564—1642）为代表的物理学家对力学开展了广泛研究，得到了落体定律。伽利略的两部著作：《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》（1632 年）和《关于力学和运动两种新科学的谈话》（简称《两门新科学》）（1638 年），为力学的发展奠定了思想基础。随后，牛顿（Isaac Newton，1642—1727）把天体的运动规律和地面上的实验研究成果加以综合，进一步得到了力学的基本规律，建立了牛顿运动三定律和万有引力定律。牛顿建立的力学体系经过 D. 伯努利（Daniel Bernoulli，1700—1782）、拉格朗日（J. L. Lagrange，1736—1813）、达朗贝尔（Jean le Rond d'Alembert，1717—1783）等人的推广和完善，形成了系统的理论，取得了广泛的应用并发展出了