

大学基础物理

University Introductory Physics

主 编 王慧君 张文庆 韩红梅



河南大学出版社
HENAN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

大学基础物理/王慧君 张文庆 韩红梅主编. —开封:河南
大学出版社, 2006. 8
ISBN 7-81091-447-2

I. 大… II. ①王…②张…③韩… III. 物理学-高等学校-教学教材
IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 009665 号

大学基础物理

王慧君 张文庆 韩红梅 主编

责任编辑 陈林涛

封面设计 马 龙

出 版 河南大学出版社

地址:河南省开封市明伦街 85 号 邮编 475001

电话:0378-2825001(营销部)

网址:www.hupress.com

印 刷 辉县市文教印务有限公司

版 次 2006 年 8 月第 1 版

印 次 2006 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 29.25

字 数 525 千字

印 数 1-2200 册

ISBN 7-81091-447-2/O · 142

定 价 39.00 元

(本书如有印装质量问题,请与河南大学出版社营销部联系调换)

前 言

大学基础物理是大学阶段一门重要的基础课,它是为提高学生的现代科学素质服务的。在高信息、高科技时代的今天,科学素质的培养和提高比以往任何时候都显得迫切和重要。首先是国家重点高校,既而是一大批具有高起点的发展中高校开始在全校范围内开设大学物理基础课。大学物理不再是理工科学生的专利,它开始为全体学生所共享。为此,物理课程应提供一定范围、一定深度的物理学基础知识作为科学素质基础,坚定不移地把培养学生的科学思想、方法、态度以及创新意识和能力放在首位,以培养学生对科学的浓厚兴趣、启迪其创造性为己任。

物理学是一门经典而又崭新的科学,它形成于18世纪,以牛顿《自然哲学之数学原理》为其源头,经过辉煌的19世纪、振奋人心的20世纪,带着迷茫与憧憬又跨入了科学知识以指数速度增长的21世纪。经典物理学体系严谨,以“力、热、光、电、原”的传统顺序一直流传至今;现代物理学蓬勃发展,以其旺盛的生命力跃出了宏观世界的局限,从此徜徉在从宇观到微观的整个自然界领地。什么是基础?经典,现代,还是有关科学的更多的知识?显然,离开经典物理,现代物理将无从谈起;但随着科技发展,社会进步,大量新知识的不断涌现使得知识更新速度加快,原来的一些基础知识可能不再有作为基础的理由,一些新的科学知识正逐渐走向基础的地位。所以,如何取舍这些知识,如何合理组织便成了当前物理课程建设的当务之急。

本书试图打破经典物理的原有体系,有心模糊近代与现代物理间的明显界限,以“绪论”开篇,主要介绍物理学的研究对象、研究方法以及物理发展历程,首先使读者走进物理,了解物理,欣赏物理学中的美。第一编是“物理学基础”,以运动的描述、力、运动定律及运动守恒定律为主线,在对物理学的基本概念、基本定律介绍的过程中,或溯源或延伸或对比穿插了与之有关的古代、现代物理内容。如一些物理概念、物理思想的由来,一些在物理学史上曾有重大影响的争议、争论甚至斗争,现代高新技术研究手段,先进仪器设备,现代人的思想和观点等。旨在于使读者对物理学有一种总体认识,使知识更连贯生动。第二编是“常见运动的分析研究”,主要针对一些典型的运动进行较深入的分析与探究,使读者能在了解知识的同时,受到物理研究方法的熏陶。第三编“量子物理简介”,主要介绍量子力学中的基本思想与基本概念,使读者能从这一小小窗口

初步了解物理学发展现状及当前物理学家正在思考的问题和正在进行的工作,旨在于开阔视野,激发学习科学的兴趣。

本书特点在于:(一)打破原有经典体系,在“力”的介绍中把常见的力进行了归类,把电场及有关性质放在电场力中讲,把磁场放在磁场力中讲,把分子运动论以及物体的基本结构、基本性质放在分子力中讲,从而使物理学中大量基础知识能在第一编中概括介绍,节省了授课时间,可部分缓解物理课时紧张的现状。(二)每编都可单独进行,任课老师和学生可根据需要和爱好对三编内容取舍、选编,课程具有弹性,能发挥学生和老师的主观能动性。(三)本书最大特点之一是以物理学史贯穿物理知识介绍的始终,强调物理学发展的历史背景、物理学家的思想历程,并附有科学家肖像及实验插图,图文并茂,一改以往物理学“拒人于千里之外”的冰冷面孔,使读者能有一种轻松愉快的氛围中掌握物理学的基础知识。此外本书尽量避免过多、过难的数学证明,提高习题质量,减少习题的数量,以使读者从以往疲惫的题海战术中解脱,有更多的时间和空间自主学习。另外,本书配有同步的学习指导书,内容包括每章知识点、学习指南、例题解析、习题详解等,为读者学习提供方便。

本书编写工作是这样进行的:绪论和第二章由王慧君编写,第一章由赵宗淑编写,第三章由崔小敏编写,第四章的第一节至第三节由白林峰编写,第四章的第四节至第七节由任晓燕编写,第五章至第八章由张文庆编写,第九章至第十一章的第一节至第五节由韩红梅编写;第十二章至第十七章由曹永华编写,第十一章第六节至第九节及附录由曹军编写。全书由王慧君策划、组稿,由王慧君、张文庆、韩红梅统稿完成。

本书是编写组全体成员在近几年的物理教学改革实验讲义的基础上,经反复讨论、修改而成的。它凝聚了全体成员的心血和劳动,是集体智慧的结晶。同时在本书的编写过程中,参考了大量的物理学书籍及杂志,并采用了他们许多有价值的资料和数据,在此对他们的帮助一并表示由衷的谢意!

由衷感谢河南科技学院领导、基础部领导对本书出版所给予的大力支持和帮助!

由于编者学识所限,本书误谬之处在所难免,敬请各位同仁批评指正!

目 录

绪论	(1)
第一节 什么是物理学	(1)
第二节 物理学的发展历程	(8)
第三节 物理学与其他学科间的关系及其发展前景	(18)
第一编 物理学基础	(21)
第一章 机械运动的描述	(21)
第一节 参考系 质点 位置矢量	(23)
第二节 速度 加速度	(26)
第三节 运动方程	(32)
第四节 匀变速运动	(35)
第五节 圆周运动及其描述	(46)
第六节 运动描述的相对性	(52)
第七节* 机械决定论思想与混沌	(56)
第二章 力与运动的关系	(65)
第一节 万有引力 弹力 摩擦力	(65)
第二节 牛顿运动定律	(76)
第三节 牛顿运动定律的应用	(85)
第四节 惯性系 非惯性系	(97)
第五节 电场力	(110)
第六节 磁场力	(130)
第七节 分子与分子间的作用力	(146)
第八节* 基本的自然力	(153)
第三章 动量与角动量	(164)
第一节 冲量与动量	(164)
第二节 质点系的动量定理	(169)
第三节 动量守恒定律	(171)
第四节* 火箭及飞行原理	(173)

2 大学基础物理

第五节 质点的角动量	(175)
第四章 功和能	(184)
第一节 机械功和机械功率	(184)
第二节 动能 动能定理	(187)
第三节 势能	(191)
第四节 能量转化及其守恒	(196)
第五节 碰撞	(200)
第六节 静电场力做功 电势能 电势	(206)
第七节 热力学第一定律	(215)
第二编 常见运动的分析研究	(235)
第五章 刚体的定轴转动	(236)
第一节 刚体的运动	(236)
第二节 刚体的转动定律 转动惯量	(238)
第三节 角动量守恒定律	(240)
第六章 流体的运动	(246)
第一节 理想流体稳定流动	(246)
第二节 伯努利方程及其应用	(248)
第三节 粘性流体的流动	(250)
第七章 热运动	(257)
第一节 麦克斯韦速率分布律	(257)
第二节 玻尔兹曼分布律	(262)
第三节 实际气体的性质	(264)
第四节 气体的内迁移现象	(270)
第五节 热力学过程的方向性	(273)
第六节 熵 熵增加原理	(280)
第八章 振动	(285)
第一节 简谐振动	(285)
第二节 描述简谐振动的特征量	(289)
第三节 简谐振动的辅助描述——旋转矢量法	(292)
第四节 简谐振动的能量	(294)
第五节 振动的合成	(295)
第六节 振动的分解 频谱	(301)
第七节 阻尼振动 受迫振动和共振	(302)

第九章 机械波	(307)
第一节 机械波的产生和传播	(307)
第二节 平面简谐波的波函数	(311)
第三节 波动能量 能流和能流密度	(318)
第四节 声波	(321)
第五节 惠更斯原理 波的衍射	(324)
第六节 波的叠加原理 波的干涉	(326)
第七节 多普勒效应	(329)
第十章 电磁波	(333)
第一节 静电场、磁场的基本性质	(333)
第二节 电磁感应	(337)
第三节 麦克斯韦方程组	(347)
第四节 电磁波	(350)
第十一章 光的波动性	(357)
第一节 光是电磁波	(358)
第二节 光的相干性	(359)
第三节 光的分波阵面干涉	(362)
第四节 薄膜干涉	(365)
第五节 迈克尔逊干涉仪	(372)
第六节 光的衍射	(373)
第七节 圆孔衍射 光学仪器的分辨率	(381)
第八节 衍射光栅	(384)
第九节 X射线的衍射	(387)
第三编 量子物理简介	(391)
第十二章 黑体辐射 普朗克量子假设	(392)
第一节 热辐射 基尔霍夫定律	(392)
第二节 黑体辐射的实验规律	(395)
第三节 普朗克公式和量子假设	(399)
第十三章 光电效应 爱因斯坦光子假说	(404)
第一节 光电效应 光的波粒二象性	(404)
第二节 康普顿效应	(409)
第十四章 分子光谱 原子的玻尔理论	(414)
第一节 分子光谱	(414)

4 大学基础物理

第二节	原子模型 玻尔的氢原子理论	(417)
第十五章	微观粒子的运动 波函数	(424)
第一节	德布罗意波 不确定关系	(424)
第二节	波函数 薛定谔方程	(429)
第十六章	原子核的结构与性质	(433)
第一节	原子核的结构与核力	(433)
第二节	放射性衰变	(436)
第三节	核反应	(440)
第十七章	激光	(446)
第一节	激光产生的原理	(446)
第二节	激光的应用 常见激光器	(451)
附录	物理量及其单位	(457)

绪 论

物理学是研究自然界基本规律的科学,它的英文单词 physics 来源于希腊文,原义就是自然。《朱子语类》中朱熹曾论述:“盖天下之事,皆谓之物;而物之所在,莫不有理。”《礼记·大学》中孔子提出了“内圣外王”之道:“古之欲明明德于天下者,先治其国;欲治其国者,先齐其家;欲齐其家者,先修其身;欲修其身者,先正其心;欲正其心者,先诚其意;欲诚其意者,先致其知,致知在格物。”这“内圣外王”的起点是格物致知,即格致,格致是我国清代末年对声、光、化、电等自然学科的统一统称。1898年康有为等人进行的“百日维新”,第一次把物理、化学等“西学”引入中国,中国第一本自然科学的教科书名字就叫《格致》。

物理学主要研究的是物质和运动,即物质世界及其各部分之间的相互作用和物质的基本组成及它们的相互作用。在物理学的范围内,物质的运动是指机械运动、热运动、微观粒子的运动、原子核和粒子间的反应等等,以上这些物质的运动形态总称为物理运动。不言而喻的是,自然界中还有其他形态的运动,如化学运动、生命运动、思维运动、社会运动等,在自然界多种运动形态中,物理运动是最基本、最普遍的运动形态,这是因为物理运动形态遍布宇宙万物中的各种物质的运动之中。在物理运动的基础上,才形成了复杂的、高级的化学运动、生命运动、宇宙运动甚至社会运动。由于物理运动的基本性和普遍性,使研究这种运动规律的物理学成为各门科学技术的重要基础。

第一节 什么是物理学

一、物理学的特点

(一)研究对象

物理学是研究物质的基本结构以及物质间相互作用的科学,它对客观世界的研究,由宏观世界向微观和宇观两个方向拓展。从物理学研究对象的线度、时间间隔和质量来看,它们跨越幅度是非常大的。拿线度来说,质子的半径约

2 大学基础物理

为 10^{-15}m , 而可探测宇宙的边缘为 10^{26}m , 二者跨越 42 个数量级; 时间间隔可跨越 65 个数量级, 有些粒子 (如 Z^0 、 $W^\pm$ 粒子) 的寿命只有 10^{-25}s , 而质子寿命为 10^{39}s ; 质量跨越了 84 个数量级, 电子的质量为 10^{-30}kg , 现在所知的宇宙总质量为 10^{53}kg 。由此可见物理学研究领域是多么广阔。

目前, 物理学较成熟的理论体系有五种, 它们是牛顿力学、热力学、电磁学、狭义相对论、量子力学。这五种理论之间是密切相关的, 每一个物理现象都可用其中一种或几种理论来说明。这五种理论都离不开相互作用力, 这些相互作用看起来千差万别, 但可以把它归纳为四种相互作用, 即引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用。

(二) 物理量和量纲

一个物理理论通常由以下几个部分组成: 概念; 关于这些概念的数学表示, 即物理量的假定; 一个或一组方程, 表示物理量之间的关系。物理量是通过描述自然规律的方程式或定义而相互联系的。基本物理量是通过测量来定义的, 称为操作性定义 (operational definition)。物理量的单位一般采用国际单位制, 即 SI 制。国际计量大会 (General Conference on Weight and Measure) 选择了长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量及发光强度这 7 个最重要的并相互独立的基本物理量的单位作为基本单位, 称为 SI 基本单位 (基本单位的定义参见附录)。通过基本概念、基本物理量而得到的物理量称为导出物理量。大多数物理量是导出物理量。哪些量是基本的、哪些是导出的, 这往往有历史的偶然性。既然物理量是通过描述自然规律的方程或定义新物理量的方程而彼此联系着的, 因此, 非基本量可根据定义或借助方程用基本量来表示, 这些非基本量称为导出量, 它们的单位称为导出单位。例如根据速度的定义 $v = \frac{ds}{dt}$ 和加速度的定义 $a = \frac{dv}{dt}$, 可导出它们的 SI 单位是 m/s 和 m/s^2 ; 根据牛顿定律 $F = ma$, 可导出力的 SI 单位是 N ($1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$)。本书除特殊的历史原因外, 均采用国际单位制。

量纲用来表示物理量的性质和种类, 量纲分为基本量纲和导出量纲。基本量都是独立的, 不能相互组合导出其他基本量, 而导出量都可以用基本量的组合来表示。某一物理量 Q 可以用方程表示为基本物理量的幂次乘积 $\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\epsilon \Theta^\sigma N^\xi J^\eta$, 这一关系式称为物理量 Q 对基本量的量纲。式中 $\alpha, \beta, \gamma, \sigma, \epsilon, \xi, \eta$ 称为量纲的指数, L, M, T, I, Θ, N, J 则分别为 7 个基本量的量纲。以速度 v 、加速度 a 、力 F 和动量 p 为例, 它们的量纲可以分别表示 $\dim v = LT^{-1}$; $\dim a$

$=LT^{-2}$; $\dim F = MLT^{-2}$; $\dim p = MLT^{-1}$ 。

所有量纲指数都等于零的量称为量纲一的量。量纲一的量的单位符号为1。三角函数和指数函数的自变量必须是量纲一的量。

量纲的概念在物理学中很重要。由于只有量纲相同的项才能进行相加、相减和用等号相连接,所以它的一个简单而重要的应用是检验公式的正确性。由于量纲公式表示了物理量和基本量之间的关系,物理量单位是随着基本量单位的改变而改变的,因此,量纲公式还可用来进行物理量单位的换算。

二、物理学研究过程与研究方法

物理学的基础是实验事实。它的研究过程一般可概括为:(1)通过观测、实验、计算机模拟得到事实和数据;(2)用已知的可用的原理分析这些事实和数据;(3)形成假说和理论以解释事实;(4)预言新的事实和结果;(5)用新的事例修改和更新理论。有时候,可能并不遵循这样的过程,直觉(intuition)或者预感(premonition)常常会起相当大的作用。往往是在不经意间它会使你获得一则重要的信息或发现一个特别简单的解。

物理学方法是物理学发展的灵魂,学习物理必须学会物理学的基本方法。方法是沟通知识和能力的桥梁,广义地说,方法也属于知识的范畴,这是因为知识具有方法论的价值。实践证明,重大科学理论的诞生,往往都伴随着新的科学方法的产生,物理学发展史也是一部物理学方法论的发展史。更重要的是,知识可以通过应用转化为方法。如极限是数学中的基础理论知识,当用它来建立瞬时速度或瞬时加速度等概念时,就成为物理学的极限方法了。

由于物理科学研究对象的基础性和广泛性,它的研究方法也具有般科学方法论的价值,其应用范围早已超出了学科本身,对其他学科的研究也有一定的普遍意义。物理学方法包括观察方法、实验方法、理想化方法、类比方法、假说方法和数学方法等主要的物理学方法。

(一)观察方法

在物理学习中,必须逐步形成良好的观察习惯,掌握正确的观察方法。观察方法的一般程序为:(1)确定观察的目的和任务。如收集自己认为有价值的事实或验证已提出的假说等。(2)制定观察的方案。方案中应尽量选择典型对象,并对观察对象存在的条件、发生的现象、过程、时间的顺序和空间的分布等等,力求作出全面系统的反映,方案中还应考虑观测仪器的选择等等。(3)进行实际观测。包括观察现象的发生、观察者的感知和仔细的测量。(4)翔实的记录。记录本身要使用规范的术语、约定的符号、标准的计量单位,并借助列表、

绘图、摄影、自动记录仪表等把观察结果详细记录下来,养成勤于动手和积累资料的良好习惯。观察中出现的“意外”现象,往往是一个值得探索的未知领域,因此,更应该做好记录。(5)初步描述。用专门术语记叙观测过程,其结果便是观测资料。(6)初步解释。观察要与思考相结合,用科学知识大略确定观察对象的性质,为深入研究奠定基础。(7)观察结果的核实。人的感觉可能出现错觉,仪器也可能出现误差,为了保证观察材料的真实性,这就需要通过随机取样,反复核对和取平均值等方法加以解决。

(二)实验方法

实验方法是物理学研究中的基本方法。实验方法的一般程序为:(1)明确要解决的问题。(2)设计与构思实验。常用的方法有:比较法,即通过与预先确定的标准进行比较来完成实验的构思方法,如天平测量、惠斯通电桥等。放大法,即使用仪器把感官不易直接观察的现象放大成能够直接观察的构思方法,如使用螺旋测微器测量长度、光杠杆、影像放大、电磁信号放大等都属于放大法的构思。等效法,即通过对与待测量之间存在某种等效关系的其他替代量的测量,来完成实验的构思方法。等效法通常可分为数值等效和运动等效两类。如用伏安法测电阻把要测的电阻转换为测量电流和电压,就是依据数值等效。现代信息技术中大量采用的各种传感器,实质上都是依据运动等效做成的能量变换器。再现法,即模拟自然现象发生的条件,在实验室中重现、复制、产生物理现象的构思方法,如杨氏双缝实验中两个相干光源的获得。(3)具体实验操作。实验操作的一般步骤是:根据设计的方案恰当选取仪器;按照设计的方案进行安装,联结和调节仪器;手、眼、脑等协调并用,准确地进行实验操作;观测和记录数据;数据处理与分析。

(三)理想化方法

理想化方法包括模型方法和理想实验方法。

实际物理现象和过程一般都是十分复杂的,涉及到众多的因素。采用模型方法对物理学习和研究起到了简化和纯化的作用,它能够排除非本质因素的干扰,舍弃次要因素和无关因素,突出反映事物的本质特征。物理模型可以分为对象模型、条件模型和过程模型三类。用来代替由具体物质组成的、代表研究对象实体系统的模型叫做对象模型。如质点、刚体、单摆、理想气体、点电荷、薄透镜、绝对黑体、原子模型等,都属于对象模型。把研究对象所处的外部条件理想化所建立的模型叫做条件模型。如光滑平面、轻杆、轻绳、均匀介质、匀强电场等,都属于条件模型。把具体物理过程纯粹化、理想化后所抽象出来的物理过程,叫做过程模型。如匀速直线运动、匀变速直线运动、简谐振动、弹性碰撞、

等温过程、绝热过程等,都属于过程模型。模型方法具有较大的灵活性,每种模型也有有限的运用条件和适用范围。把一个实际问题抽象成什么样的模型,要具体问题具体分析,综合考虑。即使是同一客体,在不同的研究中也可能需要抽象成不同的模型。

理想实验又叫做假象实验或思想上的实验,它是人们在思想中塑造的一种理想过程,是逻辑推理的一种特殊形式。与实际实验相比,理想实验能更程度地突出实验中的主要因素,忽略次要因素,并能自由地超越当时技术水平的局限,得出更抽象、更概括、更深刻的结论。但是,理想实验在很大程度上局限于逻辑上的证明或反驳,因此它不能作为检验认识正确与否的最后标准。理想实验是物理学中极其重要的一种研究方法,它往往导致物理观念的重大变化。伽利略用拴在一起、轻重不同的两物体的理想落体实验,尖锐地指出了亚里士多德落体定律的谬误。伽利略还用著名的理想斜面实验发现了惯性定律的实质,指出了运动不需要力来维持。爱因斯坦在创立狭义相对论和广义相对论时,也大量地使用了理想实验的方法。

(四)类比方法

类比方法是根据两个对象之间在某些方面的相似或相同,而推出它们在其他方面也可能相似或相同的一种推理方法。类比方法中有两个对象——研究对象和类比对象。类比对象的选择是以研究目的为依据的,通常都选用生动、直观且为人们熟悉的事物。例如,研究对象 A 具有属性 a, b, c , 类比对象 B 具有属性 a', b', c', d' , 所以,研究对象 A 可能具有属性 d 。类比方法是一种极具启发性、创造性、灵活性的推理方法,但类比推理结论的正确与否,还需要进一步验证,它是一种或然推理。类比方法贯穿在物理学的全部发展过程中,在物理学研究陷入困境时,往往通过类比方法打开一个新的天地。惠更斯把光的传播同人们熟知的声音的传播相类比,创建了光的波动说;德布罗意将力学现象同光学现象类比,提出了实物粒子的波粒二象性假说;汤川秀树将原子核内中子和质子的作用同原子内原子核和电子的作用相类比,提出了介子假设,比较圆满地解释了核力的发生和核力的部分性质以及 p 衰变现象。

在物理学习中,类比方法具有探索和解释两个功能。探索功能体现在学生通过类比提出假设,进行推测,提出问题,并设想解决问题的方向。解释功能在于唤起学生头脑中已有的知识或经验表象,为将要学习的知识提供一个相近的表象,实现知识或经验的迁移。例如,在学习如果刚体定轴转动与质点的圆周运动相类比,把静电场与重力场相类比,就可以较快地理解新知识并可以简化记忆。

(五)假说方法

假说是科学研究中假定性的说法,一切科学都起源于假说。恩格斯指出:“只要自然科学在思维着,它的发展形式就是假说。”假说是物理学理论发展的先导,麦克斯韦涡旋电场假说和位移电流假说导致经典电磁理论的建立,普朗克量子假说开创了量子理论的新时代,狄拉克正电子假说促成了正电子的发现,而中微子的发现也是假说和预言在先,实验发现在后。在物理学习中的假说,实际上都是已被实验证明是正确的理论,确切地说这时应叫做理论而不应再叫做假说。教材中的一些理论以假说的形式出现,目的是为了展现历史的线索,在逻辑线索与历史线索的统一中让我们学会假说的方法。这时要学习的内容就不仅是理论知识本身,也包括形成理论的科学方法。

(六) 数学方法

数学方法是运用数学所提供的概念、符号、规则、理论和技巧,对所研究的对象进行定量分析,并用数学形式表达物理规律的方法。物理学是应用数学方法最充分、最成功的一门科学。可以这样说,离开了数学方法,就不会有真正意义上的物理学。数学方法为物理学研究提供了简明、精确的科学通用语言的形式,从而大大简化、纯化和加速了人们的思维过程。数学方法还为物理学提供了定量的计算方法,使物理学得以从定性分析的学科发展到定量分析的精密科学。

学习物理的过程是不断深入掌握物理学中的数学方法的过程。系统地学习经典物理,需要学会欧几里德几何学的方法、矢量分析方法、微积分方法和微分方程的方法;系统地学习量子力学,除了需要掌握上述数学方法之外,还要学会矩阵代数的方法。而系统地学习相对论,还要进一步掌握张量分析方法和黎曼几何学的方法。由于这个原因,我们在学习物理之前要进行较长时间的数学上的准备。在掌握了一定程度的数学知识之后,才进入相应程度的系统的物理学习。掌握了数学知识不等于学会了相应的数学方法。一些学生数学学得不错,但在物理中不会应用,就是没有学会物理中的数学方法。一般地说,与数学学科本身中的方法相比,物理学中的数学方法显得“模糊”、灵活和辩证,且受物理实验的制约。物理学中的数学方法是物理思维和数学思维高度融合的产物。

三、学习大学物理的重要意义

(一) 物理学是自然科学的基础,是现代技术发展的源泉

无论是新技术、新学科、还是新思维,物理学始终是它们的原动力。大学物理是一门重要的基础理论课程,它不仅可以增强大学生对自然世界图景的认识,为学生后续课程的学习提供必要的理论基础和方法论指导,更重要的是它

对培养创新意识等科学素养有着得天独厚的优势,是整个科学素质教育的摇篮。大学物理现在已不再是理工科学生的专利,在许多重点院校,大学物理对全校学生开放,文科、农林牧、医科等,甚至艺术类专业都陆续开设了大学物理课程,足以显示出现代教育中大学物理的基础地位和重要作用。

(二)物理学是人类文化的一个重要组成部分

物理学是一门有着悠久历史的科学,它是自然科学的基础。物理学通过把物理知识转化为物质设备、产品以及物质手段等过程,对人类的物质生活产生了巨大影响。17、18世纪,建立和发展的牛顿力学和热力学,对于蒸汽机、热机、机械工业的发展起到了巨大的推动作用,使人类开始了第一次工业革命;19世纪,建立和发展的经典电磁理论,促进了工业电气化、无线电通讯业的快速发展,使人类开始了第二次工业革命,进入了应用电能的时代;20世纪的物理学在微观、宏观、复杂系统和现代生物学四个基本方向上,把人类对自然界的认识推进到前所未有的深度和广度,物理学的两大理论支柱量子论和相对论,促使整个自然科学的改观,导致人类社会的进步,改变了人类的生产方式和生活方式,使人类开始了第三次工业革命。在近代物理学的基础上形成的一系列新技术群,如新能源技术(包括核的裂变能与聚变能的利用,太阳能、地热能、新化学能等多种形式能的利用)、半导体技术(晶体管、集成电路、大规模集成电路、半导体器件)、信息技术(包括信息的传输、接收、储存、处理、反馈等多种技术)、计算机技术、材料技术(导电材料、半导体材料、绝缘材料、耐高温材料、抗辐射材料、压电材料、热电材料、光电材料、声光材料)等更是促进了社会的飞速发展。17世纪以来,物理学一直在自然科学中占主导地位,它以其对客观世界的最基本运动规律的探索成为各门科学技术的重要基础,成为世界文化中非常重要的组成部分,对人类社会生活方式和人类思维方式的进步做出了积极的贡献,世界各国都把物理学作为向下一代传授的重要文化内容之一。

(三)物理学是一门带有方法论性质的科学,具有丰富的教育性

物理学与研究自然、社会、思维世界普遍规律的哲学有着非常密切的联系,在物理学的产生和发展过程中,充满着富有哲理的物理思想。

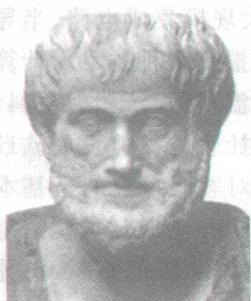
在大学物理的学习中,除了解科学事实、定律、方程和解题技巧外,还必须努力从整体上掌握物理学,了解各分支间的相互联系及各个定律的普适程度、适用范围;学会鉴赏基本物理定律的优美、简洁、和谐以及辉煌;特别是要灵活掌握物理知识在实际生活和工作中的具体应用。

第二节 物理学的发展历程

一、物理学的萌芽

西方的古希腊,地处亚非之交的海岛与半岛,在航海和比较自由的生活基础上,产生了古希腊文化。“在希腊哲学多种多样的形式中,差不多可以找到以后各种观点的胚胎和萌芽”(恩格斯)。希腊的地理位置与航海、贸易等,使“自由民”有条件在自由争辩中认识世界,因此形成了与中国(对应春秋战国时期)的东方文化相互辉映的古代文明,产生了不少著名的“智者”、“圣贤”或自然哲学家,同时也孕育了物理学的萌芽。古希腊的物理学成就,主要表现在天文学、力学和光学等方面。从研究方法看,有亚里士多德物理学和阿基米德物理学两种体系。前者从归纳日常生活的直觉观察经验出发加上哲学的思辨,后来发展成为经院哲学,成为自然科学革命的障碍;后者以实验和观察、生产实践为基础,发展成为静力学与流体力学,成为后来对伽利略的重要启示。

(一)物理学的鼻祖——亚里士多德



亚里士多德雕像

亚里士多德(Aristotle, 公元前 384~公元前 322), 马克思称他是“古代最伟大的思想家”, 恩格斯则称他为古希腊哲学家中“最博学的人物”。他博学多才, 一生的研究涉猎许许多多的领域, 而且在每一个领域都有很高的建树。他和柏拉图(Platon, 公元前 427~公元前 347)以及苏格拉底(Socrates, 公元前 469~公元前 399)并称为希腊三杰。亚里士多德反对纯理论式的研究, 非常注重动手实践。他的许多发现, 都来自于观察和实验, 他的结论别人可以检验和验证, 具有普适性。不论是上层社会还是劳动者, 都乐于接受他的思想和观点, 他成为了古希腊哲学家中对人们思想影响最深远的哲学家, 成为了古希腊文化的集大成者。他第一次提出了“物理学”的概念, 并把自己多年观察与实践所得写了一本书, 叫《物理学》。尽管他提出的物理学并非是目前严格意义上的物理科学, 只是依赖直观和思辨总结的, 缺乏严格的实验检验, 并且他得出了许多著名的、但在今天看来却是错误的结论, 如他的落体运动定律、地心说等, 但所有这些都不影响亚里士多德在人们心目中的崇高地位。两千多年前, 人们对自然的认识很不充分, 又没有先进的实验仪器, 结论的错误也是在所难免的。他奠定了物理学研究的基础, 提出了著

名的观察与实验的物理研究方法,无愧于物理学鼻祖的称号。

二、静力学和流体静力学的奠基人——阿基米德



阿基米德画像

阿基米德(Archimedes,约公元前287~公元前212),古希腊物理学家和数学家。公元前287年,阿基米德生于西西里岛的叙拉古(今天的意大利锡拉库萨)。他的父亲是天文学家和数学家,他11岁时被送到古希腊世界文化中心亚历山大城学习。他对数学、力学、天文学有浓厚兴趣,在他学习天文学时,发明了用水力推动的星球仪,并用它模拟太阳、行星和月亮的运行及表演日食和月食现象。他曾帮助叙拉古国王解决生产实践、军事技术和日常生活中的各种技术问题,并利用杠杆和滑轮设计出了投石机和抓船机。

阿基米德一生的贡献:(1)发现杠杆原理。他曾说:“假如给我一个支点,我就能撬起地球。”(2)发现浮力定律。传说海罗大王想知道自己的皇冠是不是纯金的,有没有被金匠偷梁换柱,就把这个问题交给了阿基米德。阿基米德绞尽脑汁、苦思冥想多日,在一次洗澡时,他忽然悟出其中的道理。他从浴盆中跳出来,光着身子跑了出去,边跑边用希腊语喊到“尤里卡,尤里卡”,意思是“我发现了,我发现了”,由此他得到了关于浮力问题的重大发现。(3)确定了各种几何图形的面积和物体的表面积、体积的计算方法,创立了“穷竭法”,利用这种方法他得到了平生最引以为豪的一个发现“任一球的面积是它外切圆柱表面积的三分之二,任一球的体积也是它外切圆柱体积的三分之二”。按他生前的遗嘱人们将这条定理刻在了他的墓碑上。

二、近代物理学的辉煌

早在几千年以前,人们通过长期生产实践,逐渐积累了大量的物理资料,也出现了亚里士多德、阿基米德这样的顶尖人物。然而物理学的迅速发展,乃至成为一门学科,还是16世纪以后的事。这是因为在16世纪以前,黑暗的宗教统治笼罩了整个欧洲,直到15世纪文艺复兴后,欧洲人才逐渐在思想上获得解放。到了18世纪,随着欧洲社会的大变革,自然科学发生了历史性的伟大转折,人类有关自然的知识第一次被系统地、科学地总结,形成了以牛顿力学为中心的完整的科学体系,从此物理学才逐渐从哲学中分化出来,成为人类发展文明的主要力量。这其中凸显出来两个重要人物:一是“探求上帝秘密”的人——伽利略;一个是“站在巨人的肩膀上俯瞰近代科学”的集大成者——牛顿。