

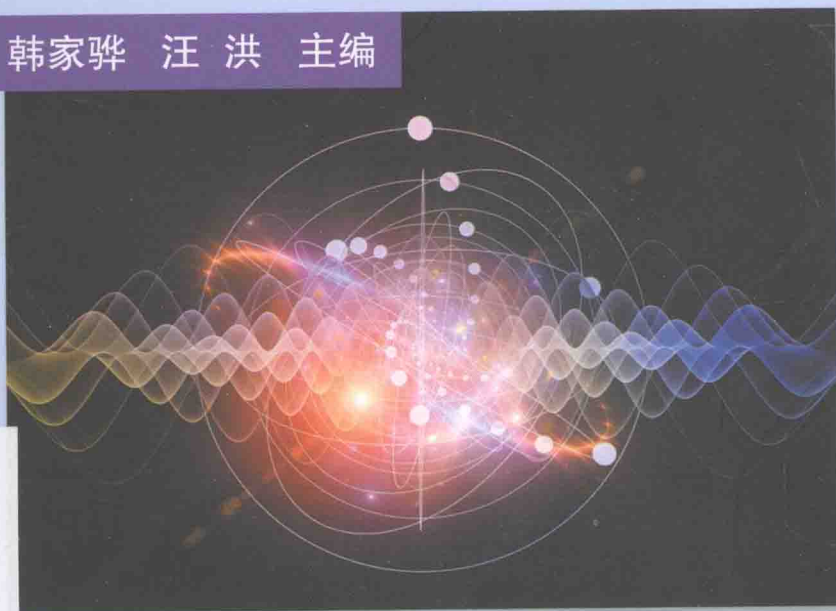
高等院校21世纪课程教材

College Textbook Series for 21st Century

大学物理学

(第3版) 上册

韩家骅 汪 洪 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

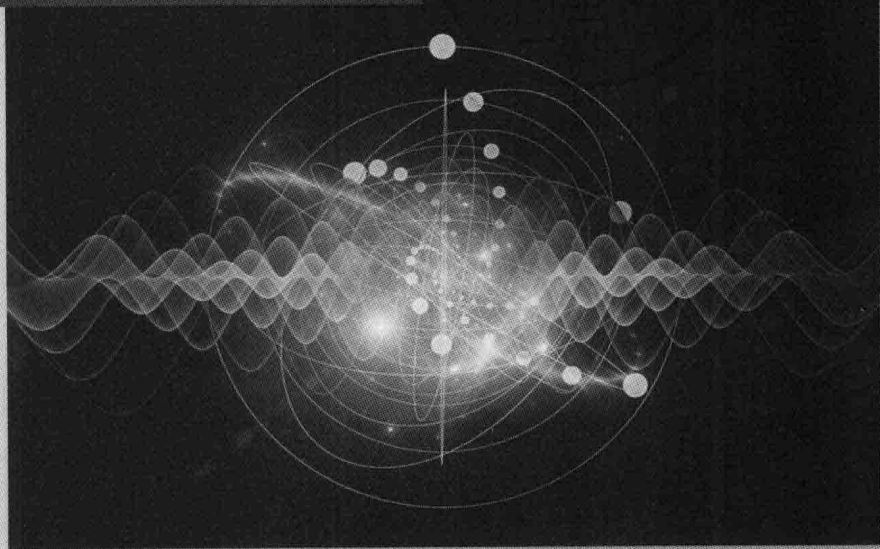
高等院校21世纪课程教材

College Textbook Series for 21st Century

大学物理学

(第3版) 上册

韩家骅 汪洪 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

内容提要

本书在《大学物理学(第二版)》的基础上,参照教育部最新公布的“理工科非物理类专业大学物理课程教学基本要求”修订而成。书中涵盖了基本要求中所有的核心内容,并选取了相当数量的扩展内容,供不同专业选用。在修订过程中,本书继承了原书的特色,尽量做到选材精当,难度适中,物理概念清晰,论述严谨,行文简明。

本书分为上、下两册,上册包括力学、狭义相对论力学基础、振动学基础和热学部分,下册包括电磁学、光学、量子物理基础、核物理与粒子物理、分子与固体、天体物理与宇宙学等。与本书配套的有电子教案、学习与解题指导等资料。

本书可作为普通高等院校非物理类专业的大学物理课程教材,也可供相关专业的师生选用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学.上册/韩家骅,汪洪主编.—3版.—合肥:安徽大学出版社,2015.1
ISBN 978-7-5664-0890-7

I. ①大… II. ①韩… ②汪… 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(2015)第 005290 号

大学物理学(第3版)·上册

韩家骅 汪 洪 主编

出版发行:北京师范大学出版集团
安徽大学出版社
(安徽省合肥市肥西路3号 邮编 230039)
www.bnupg.com.cn
www.ahupress.com.cn

印 刷:安徽省人民印刷有限公司
经 销:全国新华书店
开 本:170mm×228mm
印 张:20.75
字 数:368千字
版 次:2015年1月第3版
印 次:2015年1月第1次印刷
定 价:31.00元
ISBN 978-7-5664-0890-7

策划编辑:刘中飞 武溪溪
责任编辑:武溪溪 刘中飞
责任校对:程中业

装帧设计:李 军
美术编辑:李 军
责任印制:赵明炎

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:0551-65106311

外埠邮购电话:0551-65107716

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:0551-65106311

物理学中常用物理常量表

物理量	符号	2002 年国际科技数据 委员会推荐值	计算取用值	单位
真空中的光速	c	$2.997\,924\,58\times10^8$	3.0×10^8	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
阿伏加德罗常量	N_{A}	$6.022\,141\,5(10)\times10^{23}$	6.02×10^{23}	mol^{-1}
牛顿引力常量	G	$6.672\,42(10)\times10^{-11}$	6.67×10^{-11}	$\text{N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$
摩尔气体常量	R	$8.314\,472(15)$	8.31	$\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
玻耳兹曼常量	k	$1.380\,650\,5(24)\times10^{-23}$	1.38×10^{-23}	$\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$
理想气体的摩尔体积	V_{m}	$22.414\,10(19)\times10^{-3}$	22.4×10^{-3}	$\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
基本电荷	e	$1.602\,176\,53(14)\times10^{-19}$	1.60×10^{-19}	C
里德伯常数	R_{∞}	$10\,973\,731.534$	$10\,973\,731$	m^{-1}
电子质量	m_{e}	$0.910\,938\,26(16)\times10^{-30}$	9.11×10^{-31}	kg
质子质量	m_{p}	$1.672\,621\,71(29)\times10^{-27}$	1.67×10^{-27}	kg
中子质量	m_{n}	$1.674\,927\,28(29)\times10^{-27}$	1.67×10^{-27}	kg
原子质量单位	m_{u}	$1.660\,538\,86(28)\times10^{-27}$	1.66×10^{-27}	kg
真空磁导率	μ_0	$4\pi\times10^{-7}$	$4\pi\times10^{-7}$	$\text{N}\cdot\text{A}^{-2}$
真空电容率	ϵ_0	$8.854\,187\,817\cdots\times10^{-12}$	8.85×10^{-12}	$\text{C}^2\cdot\text{N}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$
电子磁矩	μ_{e}	$9.284\,770\,1(31)\times10^{-24}$	9.28×10^{-24}	$\text{J}\cdot\text{T}^{-1}$
质子磁矩	μ_{p}	$1.410\,607\,61(47)\times10^{-26}$	1.41×10^{-26}	$\text{J}\cdot\text{T}^{-1}$
中子磁矩	μ_{n}	$0.966\,237\,07(40)\times10^{-26}$	9.66×10^{-27}	$\text{J}\cdot\text{T}^{-1}$
核子磁矩	μ_{N}	$5.050\,786\,6(17)\times10^{-27}$	5.05×10^{-27}	$\text{J}\cdot\text{T}^{-1}$
玻耳磁子	μ_{B}	$9.274\,015\,4(31)\times10^{-24}$	9.27×10^{-24}	$\text{J}\cdot\text{T}^{-1}$
玻耳半径	a_0	$0.529\,177\,210\,8(18)\times10^{-10}$	5.29×10^{-11}	m
普朗克常量	h	$6.626\,069\,3(11)\times10^{-34}$	6.63×10^{-34}	$\text{J}\cdot\text{s}$

希腊字母

字 母		英文注音	字 母		英文注音
大写	小写		大写	小写	
A	α	alpha	N	ν	nu
B	β	beta	Ξ	ξ	xi
Γ	γ	gamma	O	o	omicron
Δ	δ	delta	Π	π	pi
E	ϵ	epsilon	P	ρ	rho
Z	ζ	zeta	Σ	σ	sigma
H	η	eta	T	τ	tau
Θ	θ	theta	Υ	υ	upsilon
I	ι	iota	Φ	φ	phi
K	κ	kappa	X	χ	chi
Λ	λ	lambda	Ψ	ψ	psi
M	μ	mu	Ω	ω	omega

前言

本书是在《大学物理学(第二版)》的基础上,为适应教学改革的新形势,根据教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会 2011 年大学物理和大学物理实验课程教学基本要求的主要精神,结合当前国内外物理教材改革的动态,融入作者长期从事大学物理教学的经验和体会而重新修订的。

本书充分考虑到学生理解和掌握物理基本概念和定律的实际需要和目前普通高校每年扩大招生的实际情况,尽量采用较基础的数学语言与基础理论来分析、推导物理原理、定理和引入物理定律,注重加强基本现象、概念、原理的阐述,讲述深入浅出;为了体现和增强经典物理学中的现代观点和气息,书中适度介绍了近代物理学的新成就和新技术。

本次修订对全书体系做了相应调整,分上、下两册,上册包括力学、狭义相对论力学基础、振动学基础、波动学基础和热学部分,下册包括电磁学、光学、量子物理基础、核物理与粒子物理、分子与固体和天体物理与宇宙学部分,共二十三章。教材内容相对比较完整,所以老师们在授课时可以根据大纲要求选择相应内容,或者选择与本专业关联度大一点的部分作为教学内容,容易做到学时与内容相对应,具有一定的灵活性。

参加本书修订工作的有杨青、杨德田、郭建友、韩家骅、汪洪、汪光骐、程干基、张战军、刘艳美、林其斌、江锡顺、张永春、吴尝等,全书习题由张子云、张苗和章文等老师校对和解答,张文亮和林继平老师为本书配备了电子教案,最后由主编韩家骅和汪洪教授统稿、核定。

本书出版以来,安徽大学、淮北师范大学、滁州学院、池州学院、安徽大学江淮学院、安徽文达信息工程学院等高校的专家与学生指出书中存在的一些问题,并提出了许多有益的意见和建议,在此表示衷心的感谢。同时,感谢刘中飞同志在本书修订过程中所做的协调、联络工作,感谢所有关心本书修订工作的教师与同行。

由于编者学识和教学经验的限制,书中不当之处和错误在所难免,恳请广大读者批评指正.

编 者

2015 年 1 月于安徽大学

第二版前言摘录

本书是在《大学物理学》第一版的基础上,参照教育部最新颁发的“非物理类理工科大学物理课程教学基本要求”重新修订的.修订中体系未做大的变动,注意保持原有的风格和特点,包括重物理基础理论,重分析问题、解决问题能力的培养和训练,以及结合教学实践经验,使教材便于教和学.在此基础上,力图在不增加教学负担的情况下,多介绍一些新知识,扩大学生的视野,提高学生的科学素养.

参加本书修订工作的有杨德田(绪论,第一、五、十三章)、杨青(第二、三、四、六、八、九、十、十一、十二章)、郭建友(第七、二十一、二十三章)、韩家骅(第十四、十五、十六、十七章)、程干基(第十八、十九章)、汪洪(§ 17-9)、张战军(第二十章)、刘艳美(第二十二章)等,全书习题由张子云、张苗和章文等老师校对和解答,张文亮老师为本书配备了电子教案,最后由主编韩家骅教授统稿、核定.

刘先松教授仔细、认真地审阅了本书的修订稿,提出了许多中肯而有益的意见和建议,在此表示衷心的感谢.感谢刘中飞同志在本书修订过程中所做的协调、联络工作,感谢所有关心本书修订工作的教师与同行.

编 者

2009 年 8 月于安徽大学

第一版前言摘录

本书是根据教育部最新颁发的“非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求”，参考当前国内外物理教材改革动态，结合我们多年的教学实践经验编写而成。本教材按照最新“基本要求”，与传统教材相比，新增加了流体力学、几何光学、固体中分子和电子、天体物理和宇宙学等内容。

参加编写的几位教师，都具有多年的教学经验，在编写过程中编者们进行了多次认真的讨论，并互相修改书稿。因此，全书体现了各位编者的教学经验和风格，同时也具有较好的整体性和系统性。

杨德田编写第一、五章，杨青编写第二、三、四、六章，郭建友编写第七、十九、二十一章，汪洪编写第八、九、十、十一章以及第十五章第九节，韩家骅编写第十二、十三、十四、十五章，程干基编写第十六、十七章，张战军编写第十八章，刘艳美编写第二十章，张文亮制作《大学物理学电子教案》，最后由主编韩家骅教授统稿、核定。

本书获得安徽大学“211”教材资助出版基金的资助，在此表示衷心感谢。感谢史守华教授审阅全部书稿，并提出了宝贵意见；感谢刘中飞同志在本书编写、出版过程中所做的联络、协调工作；感谢所有关心本套教材的教师与同行。真诚地希望得到广大读者的批评和建议。

编 者

2007 年 11 月于安徽大学

目 录

CONTENTS

前 言	1
第二版前言摘录	3
第一版前言摘录	4
绪 论	1
第一章 质点运动学	5
§ 1-1 质点运动的描述	5
§ 1-2 圆周运动	14
§ 1-3 相对运动	22
习题一	26
第二章 牛顿运动定律	29
§ 2-1 牛顿运动定律	29
§ 2-2 物理量的单位和量纲	31
§ 2-3 牛顿定律的应用举例	32
*§ 2-4 非惯性系 惯性力	38
习题二	41
第三章 功能原理和机械能守恒定律	44
§ 3-1 变力的功 动能定理	44
§ 3-2 保守力与非保守力 势能	50
§ 3-3 功能原理及机械能守恒定律	54
习题三	61

第四章 动量定理与动量守恒定律	63
§ 4-1 质点和质点系的动量定理	63
§ 4-2 动量守恒定律	68
§ 4-3 质心 质心运动定理	71
*§ 4-4 碰 撞	76
习题四	79
第五章 角动量守恒与刚体的定轴转动	82
§ 5-1 角动量与角动量守恒定律	82
§ 5-2 刚体的定轴转动	88
§ 5-3 刚体定轴转动中的功能关系	95
*§ 5-4 刚体进动	100
*§ 5-5 对称性和守恒定律	101
习题五	103
第六章 理想流体的基本规律	107
*§ 6-1 流体动力学的基本概念	107
*§ 6-2 伯努利方程及其应用	109
习题六	113
阅读资料—① 经典力学大厦的建立和发展	115
第七章 狭义相对论力学基础	120
*§ 7-1 迈克尔逊—莫雷实验	121
§ 7-2 狭义相对论的两个基本假设	122
§ 7-3 洛伦兹坐标变换和速度变换	124
§ 7-4 同时的相对性、长度收缩和时间延缓	126
§ 7-5 相对论动力学基本方程	131
§ 7-6 相对论的质量、动量和能量的关系	133
*§ 7-7 广义相对论简介	138
习题七	140
阅读资料—② 爱因斯坦和世界物理年	142

第八章 振动学基础	146
§ 8-1 简谐运动	146
§ 8-2 简谐运动的合成	159
*§ 8-3 阻尼振动	168
*§ 8-4 受迫振动 共振	170
习题八	172
阅读资料—③ 非线性振动初步	175
第九章 波动学基础	185
§ 9-1 机械波的基本特征	185
§ 9-2 平面简谐波	192
§ 9-3 波的能量 能流密度	200
§ 9-4 惠更斯原理	204
§ 9-5 波的干涉	206
§ 9-6 驻 波	210
§ 9-7 多普勒效应	216
*§ 9-8 声波 超声波 次声波	221
习题九	225
阅读资料—④ 非线性波 孤波	227
第十章 热力学基础	230
§ 10-1 平衡态 理想气体状态方程	230
§ 10-2 热力学第一定律 内能 功 热量	235
§ 10-3 热力学第一定律在理想气体等值过程中的应用	238
§ 10-4 绝热过程 *多方过程	242
§ 10-5 循环过程 卡诺循环	247
§ 10-6 热力学第二定律	252
§ 10-7 可逆过程和不可逆过程 *卡诺定理	254
习题十	255

第十一章 气体动理论	259
§ 11-1 气体分子热运动与统计规律	259
§ 11-2 理想气体压强公式	262
§ 11-3 麦克斯韦速率分布律	265
*§ 11-4 麦克斯韦—玻耳兹曼分布律	271
§ 11-5 温度的微观解释 理想气体定律的推证	272
§ 11-6 能量按自由度均分定理 理想气体的内能	274
*§ 11-7 实际气体的范德瓦耳斯方程	279
§ 11-8 气体分子的平均自由程和平均碰撞频率	281
*§ 11-9 气体内的迁移现象	283
§ 11-10 热力学第二定律的统计意义和熵的概念	287
习题十一	294
阅读资料—⑤ 奇妙的低温世界	296
习题答案	301
附录 A 国际单位制(SI)	309
附录 B 书中物理量的符号及单位	311
参考文献	315

绪 论

物理学是研究自然界所有层次上的物质结构和基本运动规律的科学分支；物理学是一门实验科学，它是观测和科学思维相结合的产物；物理学既是一门带头学科，又是科学技术之母。电磁理论的建立、电报的应用成为电磁波为人类服务的开端，也成为人类进入电气时代的重要标志。相对论的创立和量子理论的发展，又使人类进入原子能和信息化的时代。现代科技极大地改变了人们的生存状态和思维方式。由物理学发展起来的新方法和新技术，必将继续成为新技术革命的源泉和生长点。

物理学是形成世界概念的原始学科。物理学为我们提供了这个世界的结构和动力学的图像，这种图像远远超出了人类的想象力，却又同时得到了实验的证实，并往往更容易被理解。这种图像若按照从最小到最大、从最轻到最重、从最慢到最快、从最冷到最热、从最亮到最暗、从最疏物质到最密物质以及从宇宙的起始到今天的方式排列，无论考虑何种量纲，它们的两个极端都在 20 多个数量级以上。譬如，今天人们认识范围的尺度，小到 10^{-17} cm，大到 100 亿光年或 10^{23} km，相差达 10^{45} 数量级，而且有充分证据表明，许多物理规律如能量守恒、相对论和量子规律等，都是普遍适用的。这不能不使人产生敬畏的感觉，爱因斯坦说得很妙：“宇宙间最不可理解的事物就是，宇宙是可以理解的。”

作为自然科学基础的现代物理学，已经发展出众多的分支科学，物理学通过宏观、微观和对复杂系统的透视，以前所未有的深度和广度推动人类了解自然，从更深、更广的层次揭示自然界的奥秘。在这个过程中，许多物理学的新思想、新理论、新方法和新技术涌现出来，使人类的生产力和生活方式发生了巨大的变化，对现代社会和人类文明产生了非常重要的影响，为人类知识财富增添新的内容。

总之，物理学博大精深，研究方法系统、新颖，创造思想层出不穷，因而学习大学物理是培养和发展自己的能力结构系统和提高科学素养的重要途径。

那么，怎样学习物理学呢？读书主要靠自己，对于大学生来说尤其如此。一般来说，大学生在校学习，应该抓好“预习、听课、复习、做习题、总结”这五个环

节.这看似简单,但能持之以恒地认真做到,绝非易事.再一点就是学习必须有计划,这样就不会让晚自习在晃悠中过去.入学时,大家基本上是在同一起跑线上,但由于各位同学在课余时间使用上的不同,日久天长就会形成差距.这是需要引起同学们注意的.

在这里,对于如何学好物理学,我们提几点参考意见.

第一,要思考.爱因斯坦说过:“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.”显然,不管哪种方法,哪个环节,关键都在于要“思考”,不仅要“勤于思考”,还要“善于思考”.华罗庚曾指出:“首先应不只看到书本上的,而且还要看到书背后的东西.”即既要知其然,还要知其所以然.华罗庚还指出:“读书应当由薄到厚,再由厚到薄.”这是一个从量变到质变的过程,是一种融会贯通的学习方法.

原子核的发现与卢瑟福是分不开的.1909年,他的学生盖革和马斯登在对 α 粒子轰击原子的实验观察记录中,发现了 α 粒子居然约有八千分之一的几率被反射回来.对此,卢瑟福感到很惊奇,后来他说,这件事好像有人对他说“将一支手枪对着一张纸开火,一颗子弹却弹了回来”一样.他充分尊重实验事实,经过思考,他用丰富的想象力和判断力,提出了原子结构的有核模型.但这一模型存在两大矛盾:其一是,电子绕核做椭圆运动,这是一种加速运动,按照经典电磁理论,电子要辐射能量,大约只要 10^{-10} s电子就会落到核上,发生坍塌,这与原子的稳定性相矛盾;其二是,原子在坍塌前连续辐射,应得到连续光谱,这与原子分立的线光谱相矛盾.玻尔经过思考,靠他非凡的直觉,把原子核式模型同普朗克的量子假说和光谱学这几个相距较远的物理学研究领域联系起来,提出了原子结构的玻尔模型.它虽然只是一种半经典半量子化的理论,还很不完善,但是,这却迈出了从经典理论向量子理论发展的极为关键的一步,为现代物理学指明了正确的研究方向,是原子和量子理论发展史上的一个重要里程碑.

因此,我们在学习知识时,不仅应该对自己不断提出“是什么”、“为什么”和“怎么样”的问题,而且还有一个最值得深思的问题,那就是“我们是如何知道我们所知道的东西的”.

第二,要抓住概念.李政道说:“对学生来讲,会计算、能记住,考试考得不错,都不是最重要的,最重要的是物理观念的掌握问题.”K. W. Ford[美]在《经典和近代物理学》中指出:“弄懂了物理概念,也就懂了物理学……弄懂一个概念(即一个物理量),是指知道它的定义、量纲、单位,以及在各种物理条件下它的典型数值,还要知道它所涉及的方程.”他还指出:“在‘最基本’的力学概念中,空间和时间很可能是最重要的,其次应是动量、能量和角动量这三个主要概念.这些概念在力学中之所以重要,是因为它们在守恒定律中,在解决运动问题时都很有

用,都经历了 20 世纪物理学大变革而成为相对论和量子力学新理论中的主要概念,并且都通过与自然界对称性原理的关系而在物理学中建立了更稳固的基础。”

基本概念是核心,是物理思维的基础,基本定律(理)是基本概念之间的本质联系.因此,掌握物理概念是学好物理学的关键.物理学发展史告诉我们,概念不是一成不变的,观念的改变将带来理论的突破.譬如,经典物理学一向认为能量是连续的,并将这一传统观念当成金科玉律.但用它研究黑体辐射却带来了“紫外灾难”,这表明了经典理论的局限性.普朗克冲破了传统观念的束缚,提出了能量分立性的思想,这是物理学领域基本概念的重大变革.在量子假说和能量子概念的基础上得到了普朗克辐射公式,消除了“紫外灾难”.能量子的问世,标志着量子论的诞生.

再如,爱因斯坦冲破了机械论的束缚,摒弃了绝对空间和绝对时间的概念,代之以唯物主义自然观,明确了空间与时间的相对性,创立了相对论,撰写了物理学的新篇章.

因此,我们不能因循守旧,迷信权威,要善于及时抓住新事物,改变观念,推动物理学的发展.

第三,要注意方法的掌握.科学家的创造性思维及正确科学方法的运用,是 20 世纪物理学取得一系列重大突破性成果的一个重要原因.物理学的研究方法系统、新颖,丰富多彩.仅就《大学物理学(第三版)》上册来讲,我们就用到(理想)模型法、隔离体法、矢量法、微元法、微积分法、量纲分析法、对称性方法、补偿法、类比法和科学假说,等等.要掌握好这些方法,除了要好好领悟教材内容外,还要通过做题目去摸索、去把握,下面我们简单地说一下模型法、类比法和科学假说.

物理学研究中发展出一种十分成功的研究方法,叫作“模型”研究方法.所谓“模型”,并不一定指看得见、摸得着的实体模型,而是更广泛地指理论模型,如原子的“有核模型”、玻尔模型等.这实际上是一种抓主要矛盾的方法,任何复杂事物,总包含许多矛盾,但在一定条件下,必有一个矛盾是主要的,把它突显出来,暂时除去次要矛盾,便成了一个“模型”.弄清楚主要矛盾后,再考虑次要矛盾,如此一级一级作近似,就可能逼近实际,而在每一步上,都可以用数学方法尽可能精确地加以研究,故模型法是物理学之所以能够最成功和最大量地运用数学的根本原因.

再看类比方法在科学发现和理论构建中的作用.所谓“类比方法”,是根据两个或两类对象之间某些方面的相似性,而推出它们在其他方面也可能相似的一种逻辑思维方法.类比推理的客观基础是事物之间存在着普遍联系的本性.类比方法是科学研究中非常有创造性的思维方式,它在物理学发展中的作用、地位不容忽视.

例如,电磁学中电与磁的相似性(有相似公式和定律),不但反映了自然界的对称美,而且也说明电与磁之间有一种内在联系.法拉第正是从电与磁的对称性出发,由电能生磁大胆猜想磁能生电,经历近 10 年的艰苦实验研究,终于发现了电磁感应现象,继而建立了电磁感应定律.除了电与磁可类比外,力与电类比的例子也不少.如库仑定律与牛顿万有引力定律的相似;静电力的保守性与重力保守性的相似;电势能与重力势能的相似,等等.

科学假说是科学发展的重要形式.正如恩格斯在《自然辩证法》一书的札记中指出:“只要自然科学在思维着,它的发展形式就是假说.一个新的事实被观察到了,它使得过去用来说明和它同类的事实的方式就不中用了,从这一瞬间起,就需要新的说明方式了——它最初仅仅是以有限数量的事实和观察为基础的,进一步的观察材料会使这些假说纯化,取消一些,修正一些,直到最后纯粹地构成定律.”

例如,对光的本性的认识,早在 1672 年,牛顿就提出了光的“微粒说”,认为光由微粒组成,可解释光的反射、折射,但不能解释光的衍射和干涉现象.后来惠更斯提出光的“波动说”,既可以解释反射、折射,也能够解释光的衍射,从此两个学说一直在争论中不断发展.直到 19 世纪初,在光的干涉、衍射实验的支持下,波动说才为人们普遍承认.到 19 世纪末,麦克斯韦和赫兹更肯定了光是电磁波.那时,光的波动说似乎完全占了上风.可是到了 20 世纪初,对光的本性的认识又有了一个螺旋式的上升.为了解释光电效应,1905 年爱因斯坦提出了“光量子”假说.到了 1917 年,爱因斯坦又提出了光子有动量的假说,并且提出了光的本性是波粒二重性.光的波粒二重性为一系列实验所支持.

另外,20 世纪初从普朗克提出能量量子化假说开始,经过爱因斯坦的光量子假说、玻尔的原子结构模型假说、德布罗意的物质波假说,直到描述微观粒子运动的薛定谔方程的建立,这是一个从量子论提出到量子力学诞生的大致过程,从中也充分体现了假说在物理学理论构建中的重要作用.当然,假说是否正确,还必须由进一步的实验来验证.

最后,要努力打好数学基础.笛卡儿说,科学的本质是数学.没有数学,科学是难以想象的,因为数学给科学以定量特征和预言能力.物理学是一门定量的科学,需要用数学来表达它的概念.16 和 17 世纪,经典力学的创立和发展的过程,也正是物理科学数学化的过程,所以说,科学的“数学化”也是源自于物理学的榜样.科学数学化的要点有二:一是科学知识的演绎综合,即建立欧几里德式的公理化体系;二是科学规律的定量表达,即给物理量以严格的定义,并用数学公式表达出它们之间的关系.物理学离不开数学,同时数学也在物理学中找到了用武之地,两者相互促进,相得益彰.这一点,我们在这里就不多讲了.