

自然科学向导丛书

物之理

WUZHILI (物理卷)

总主编 王修智

主 编 解士杰

立足科技发展前沿

围绕全面建设小康社会宏伟目标，树立和落实科学发展观

系统阐释自然科学各领域基础理论、基本知识

展示自然科学各领域最新科技成就和发展动向

弘扬科学精神，宣传科学思想，传播科学方法

树立科学理念，培养科学思维，激发创新活力

努力贯彻落实“全民科学素质行动计划”

全面提高全民科学文化素质

 山东出版集团 www.sdpress.com.cn
山东科学技术出版社 www.lkj.com.cn





自然科学向导丛书

物之理

(物理卷)

总主编 王修智
主 编 解士杰

WUZHILI



 山东出版集团
山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

物之理:物理卷/解士杰主编. —济南:山东科学技术出版社,2007.4

(自然科学向导丛书)

ISBN 978-7-5331-4671-9

I. 物... II. 解... III. 物理学—普及读物 IV. 04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 037072 号

自然科学向导丛书

物 之 理

(物理卷)

总主编 王修智

主 编 解士杰

主 管:山东出版集团

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东新华印刷厂

地址:济南市胜利大街 56 号

邮编:250001 电话:(0531)82079112

开本:700mm×1000mm 1/16

印张:23

字数:300 千字

版次:2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4671-9

定价:29.00 元

总主编 副总主编名单

总 主 编 王修智

副总主编 管华诗 陆巽生

编 委 会 名 单

主 任 王修智

副主任 管华诗 陆巽生

委 员 (以姓氏笔画为序)

马来平	王天瑞	王玉玺	王兆成	王金宝	王家利
王琪珑	王裕荣	尹传瑜	艾 兴	朱 明	仲崇高
刘元林	汤少泉	许素海	孙志恒	孙培峰	李士江
李天军	李云云	李宝洪	李宪利	杨焕彩	邹仲琛
张 波	张 波	张金声	张祖陆	陈光华	陈 青
陈爱国	陈德展	邵新贵	林兆谦	周忠祥	庞敦之
赵书平	赵龙群	赵传香	赵国群	赵彦修	赵宣生
钟永诚	钟泽圣	袁慎庆	高树理	高挺先	唐 波
展 涛	董海洲	蒋民华	程 林	温孚江	解士杰
潘克厚	燕 翔				

编委会办公室名单

主 任 燕 翔

副主任 孙培峰 林兆谦

成 员 (以姓氏笔画为序)

王 晶	王 强	尹传瑜	朱 明	刘利印	李冰冰
杨冠楠	陈爱国	邵新贵	胥蔚蔚	袁慎庆	褚新民

本书编写人员

主 编 解士杰

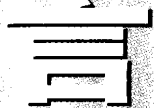
副主编 张庆刚 张承琚

作 者 (以姓氏笔画为序)

于德浩	王永娟	王春明	王 磊
尹 娜	龙 闰	冉栋刚	任俊峰
刘玉志	刘雪燕	吴 玲	宋玉坤
张云鹏	张丙云	张 宇	张庆刚
张承琚	张明强	张 瑶	李吉超
李爱凤	苏文斌	邵守福	周 伟
周 剑	姜 毅	凌宗成	原晓波
盖志刚	焦 扬		

Foreword

序

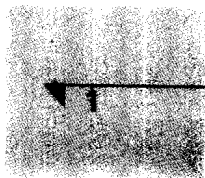


1961年,我国社会生活中发生了一件令人难忘的事——大型科普读物《十万个为什么》出版发行。此后,这套书又多次修订再版,累计印数超过1亿册,成为家喻户晓的小百科全书式的科普读物。

《十万个为什么》初版的时候,我正在上中学,同学们争相阅读的生动场面,至今历历在目。这套书提供的科技知识,深深印在小读者的脑海里,使大家终生受益。不少人就是从读这套书开始对科学技术产生浓厚兴趣,并选择考理工类大学、走科学技术之路的。每每回忆起这些往事,我便深切感到,科技的力量是多么巨大,科普工作是多么重要!

然而,科普工作的春天,是随着改革开放的脚步一同来到神州大地的。上世纪80年代以来,“发展经济靠科技,科技进步靠人才,人才培养靠教育”逐步成为人们的共识;“科教兴国”战略、“人才强国”战略深入人心;“学科学,用科学”的社会风气日渐浓厚。各级各行各业、广大干部群众迫切要求加快科学技术普及的步伐。

进入21世纪,我国的科普工作发展到了一个新阶段。2002年6月29日,第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过《中华人民共和国科学技术普及法》。2005年,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》出台。2006年2月,国务院颁布《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》。这三件大事,标志着提高全民科学技术素质已经摆上我国经济社会发展的重要日程,科普工作已经纳入法制的轨道。面对这样一种新形势,所有热心科普工作的人们无不感到振奋和激动。



在所有热心科普工作的人们当中,我算是比较热心的一个。1991年11月到1997年12月,我在山东省济宁市担任主要领导职务。这个市被评为1997年度全国“科教兴市”先进市,我被评为全国“科教兴市”先进个人。2000年12月到2005年7月,我担任中共山东省党委副书记,积极推动市县两级“三馆”(博物馆、科技馆、图书馆)建设,为科学技术普及做了一点工作,被授予中国科技馆发展基金会第六届启明奖。实践使我深深体会到,科普工作是发展先进生产力和先进文化、弘扬民族精神和提高全民族科学文化素质的重要手段,是每一位领导干部义不容辞的责任。

科普创作是科普工作的基石。加强科普工作,必须大力繁荣科普创作。40年前,《十万个为什么》应运而生,难道今天不应该产生一种新的科普读物?于是,我便产生了编一套这类读物的想法。就像当年哥伦布发现新大陆一样,我的这种想法常使我激动不已,有时甚至夜不能寐。

在所有热心科普工作的人们当中,还有一个很有战斗力的群体,这就是山东省科学技术协会。我关于编一套新的科普读物的想法,首先得到他们的热烈响应和积极支持。山东省科协是省委领导的人民团体之一,其主要任务,一是加强学术交流和学术思想创新,促进科技创新,推动科技成果向现实生产力转化,加快产业化进程;二是大力普及科学技术知识,提高全民科学文化素质;三是搞好科学技术队伍的自身建设,维护科技工作者的合法权益。山东省科协联系的科技人员超过100万人。省科协所属的山东省老科技工作者协会,联系离退休的科技工作者有65万多人。这是我省科技工作的主力军。

在省委、省政府的领导下,省科协这些年的工作搞得有声有色、富有成效。特别是大刀阔斧地开展城乡科普工作,有效地提高了全民科学文化素质,有力地保证了经济社会发展的需要。他们在财政部门的支持下,主要通过市场化运作,在短短

两年时间里,实现了全省科普宣传栏“村村通”,受到农村广大干部群众的热烈欢迎和高度评价。

编写大型科普读物这件事,很快就列入省科协2005年的工作计划。管华诗、陆巽生、孙培峰、燕翔、林兆谦等同志积极策划并具体操作,同时,成立了由朱明同志具体负责的专门办事机构,筹措了部分经费,从而使这样一项浩繁的工程正式启动起来。

大家一致认为,这套丛书应当是一套自然科学技术普及读物。它应当站在新世纪新起点上,适应新形势新任务的要求,具备以下四个特点:第一,系统性。尽量体现自然科学原理的完整体系,避免零打碎敲。第二,实践性。尽量涉及自然科学应用的各个领域,避免挂一漏万。第三,先进性。尽量采用科学研究和技术进步的最新成果,电子信息、生物工程、新材料等高新技术要占较大篇幅。第四,可读性。尽量做到深入浅出,通俗易懂。

根据上述四点要求,丛书设计了三大部分,共35卷。第一部分,自然科学原理,共6卷:数学、物理、化学、天文、地理、生物。第二部分,自然科学的应用,共24卷:涉及第一产业、第二产业、第三产业,从生产到生活,几乎全面覆盖。第三部分,综合,共5卷:自然科学发展大事年鉴、古今中外科技名人、科学箴言、通俗科技发展史、探索自然奥秘。

丛书共1000余万字。从酝酿到出版,共用了不到两年的时间。

在如此短的时间内,完成如此浩繁又如此高标准严要求的编写工作,必须举全省之力,加强领导,精心组织,周到安排,通力合作,精益求精。主编是总指挥,负总责。常务副主编是具体指挥,具体负责。编委会办公室处理日常事务。各承编单位调整工作计划,抽调精兵强将,集中时间进行编写。近几年,我主持编写了《齐鲁历史文化丛书》、《山东革命文化丛书》、《山东当代文化丛书》、《社会科学与您同行》、《诚信山东》等多套

大型丛书，积累了一定的经验。《自然科学向导丛书》的编写工作，借鉴了前几套丛书编写的经验，达到了一个新的水平。

这套丛书的成功，还得益于中国科协的关怀鼓励，得益于艾兴、蒋民华等专家的指导帮助，得益于省委宣传部、省财政厅、省新闻出版局、山东出版集团、山东科学技术出版社的大力支持。在此，一并表示感谢。

由于我们水平有限，缺点错误在所难免，望广大读者不吝指教。

知识的无限性与人的智力的有限性，是一对无法克服的矛盾。经过上下数千年全人类的共同努力，我们对自然科学、社会科学和人体自身的认识，仍然处于一个初级阶段，离自由王国的境界仍然相当遥远。但是我坚信，经过一代又一代人的不懈努力，我们离那个境界肯定会越来越接近。而科普工作，就是接近那个境界的路、桥、船。

王修智

2007年1月

前言

物理学是研究物质结构、性质、基本运动规律及其相互作用的科学。物理学的性质决定了它是整个自然科学的重要基础,是许多高新技术的重要源泉,是工程科技的基石。人类社会革命性的技术发展大多得益于物理学的基础研究。许多高新技术和相关产品,其核心技术来自物理学。物理学对人类文化和文明的发展做出了巨大的贡献,对社会发展和人类生活产生了不可估量的影响。因此,全面诠释物理学的基本概念和原理,帮助读者学习了解物理学的基础知识,促进公众对物理学的了解与认识就显得尤为重要。恰逢山东省科学技术协会组织出版《自然科学向导》丛书,作为物理学工作者,能够参与其中自然科学原理编——物理学卷的编写,向大众普及物理学的基本知识,宣扬物理学对人类生活的影响,深感责任重大。

本卷作为第一编——自然科学原理编的主要内容之一,将要向读者重点解释物理学的基本概念和基本原理,介绍常见的物理现象及其蕴含的科学道理,以及物理学对社会发展的贡献等若干内容。本卷共分12章,涉及力学、声学、热学、光学、电磁学、无线电物理、粒子物理、相对论、宇宙与星系、量子力学、凝聚态物理、等离子体物理等内容。其中的力学、声学、热学、光学、电磁学、无线电物理与人们的日常生活密切相关,读者可以从中看到许多生活中司空见惯的事例,并且了解到这些现象背后的物理学原理,真正做到知其然,并知其所以然,从而体会到物理学的诸多奥妙。粒子物理部分要展现给大家的是一部人类探索物质结构的光荣历史,读者可以从中看到人类对宇宙生成、万物本源等问题的探索是如何从哲学家传递给物理学家,并在物理学家的手中成为改变人类生活的利器的。相对论与量子力学部分之所以单列出来,是因为它们对20世纪物理学的革命产生了极大的推动

作用，引发了一系列划时代的科学发现与技术发明。可以毫不夸张地说，没有相对论和量子力学，人类的生活将远远不像现在这样丰富多彩。凝聚态物理和等离子体物理等内容则代表了当前物理学的若干发展方向。特别是凝聚态物理，已经成为当前物理学最活跃的前沿领域。它的实验手段、理论概念不断地向着化学、生物科学、材料科学、地球物理学等领域渗透，从DNA结构到地球板块驱动力的研究，从量子电子器件的机制到新材料的研制，无一不与凝聚态物理学有关。凝聚态物理在物理学乃至整个自然科学中，正在显示出日益强大的影响力。

本卷内容在编选时力求做到既能够向读者介绍一个相对完整的物理学，又能够深入浅出、通俗易懂，实现科学性、知识性和可读性的统一，力求达到普及科学知识、宣传科学思想和科学方法、提高社会公众科学素养的目的。联合国第58次大会通过了将2005年定为“世界物理年”的决议，旨在以此宣传物理学对人类社会所做出的重大贡献。我们也希望借助本书的编辑出版，促进公众对物理学的了解，唤起社会对物理学的认识与支持，吸引更多的人才加入到物理学的研究队伍中来，为我们国家物理学未来的发展做出贡献。

本卷是由许多学者和博士研究生共同编写完成的。其中，力学由尹娜、张宇和刘玉志编写，声学由盖志刚、邵守福编写，热学由王春明、刘雪燕编写，光学由冉栋刚、凌宗成编写，电磁学由王磊、张云鹏、王永娟编写，无线电物理由原晓波、任俊峰、张明强编写，粒子物理由李爱凤、周剑、张瑶编写，相对论、宇宙与星系由德浩、周伟、宋玉坤编写，量子力学由吴玲、龙闰编写，凝聚态物理由焦扬、张丙云编写，等离子体物理由姜毅编写。李吉超博士与苏文斌博士负责本卷的整个编写工作并参与本卷的校核。张庆刚教授、张承琚教授与本人一起制定了本卷的编写方案、编写提纲，审阅全卷并定稿。

物理学知识博大精深，我们在编选时难免有所遗漏，希望读者阅读后提出宝贵意见，以便今后修改。

解士杰

Contents

目 录

第一章 力 学

一、经典力学的发展/1

经典力学的形成 /1

经典力学的成就 /2

经典力学的局限性和适用范围 /2

力学的基本单位 /3

二、静力学/4

什么是力 /4

力的分析 /7

转动的奥秘——力矩，力偶 /9

神奇的万有引力 /10

简单机械 /12

三、运动学/15

运动学的起源 /15

运动学的基本概念 /16

运动的分类 /18

质点的运动 /19

圆周运动 /21

自由落体运动及抛体运动 /22

四、动力学/24

动力学的形成 /24

动力学的基本内容 /24

动力学的应用 /25

动力学的基本概念 /25

运动定律 /27

五、振动和波/33

振动 /33

奇妙的波 /36

六、刚体运动/37

刚体力学的形成 /37

刚体的基本概念 /38

刚体的运动 /38

第二章 声 学

一、声学的发展 /41

二、声学的基本原理 /43

声波 /43

声速 /45

声波的反射 /45

声波的折射 /46

声聚焦 /46

声波的吸收 /46

声波的扩散 /47

声波的衍射 /47

声波的干涉 /47

驻波现象 /47

声音的共鸣 /49

多普勒效应 /49

冲击波 /51

声压 /52

声强和声强级 /52

听觉域 /53

三、声学的应用 /54

噪声学 /54

超声学和次声学 /55

音乐声学 /57

电声学 /57

建筑声学 /58

大气声学 /59

水声学 /61

生理声学 /61

第三章 热 学

一、热学的发展 /64

二、热和温度 /67

热质说 /67

热的运动说 /68

- 热量 /69
- 热容量和比热容 /69
- 热传递 /71
- 热膨胀 /73
- 温度 /75
- 温标 /76
- 温度计 /77
- 三、低温物理和高温世界 /78
 - 永久气体 /79
 - 低温超导 /79
 - 低温超流 /80
 - 热像技术 /80
- 四、物态变化 /81
 - 固态、液态和气态 /82
 - 等离子态 /83
 - 超固态和中子态 /83
 - 自然界中的水循环过程 /84
 - 人工降雨 /85
 - 吸热、放热过程 /86
 - 熔点和沸点 /86
 - 汽化、凝结 /87
 - 凝固、液化 /88
 - 升华、凝华 /88
 - 润湿和不润湿现象 /89
 - 毛细现象 /89
 - 冰箱制冷原理 /90
- 五、热机 /91
 - 什么是热机 /91
 - 汽油机和柴油机 /92
 - 热值 /93
 - 热机效率 /94
 - 可逆过程与不可逆过程 /94
 - 卡诺定理 /95
- 六、分子动理论 /96
 - 热力学系统 /96
 - 分子热运动及统计规律 /96

- 状态参量 /97
- 气体状态方程 /98
- 气体实验定律 /98
- 理想气体的微观模型 /99
- 理想气体状态方程 /99
- 分子动理论的基本观点 /100
- 布朗运动 /101
- 分子作用力 /101

第四章 光 学

- 一、光学的发展 /103
 - 光学的形成 /103
 - 光学的研究内容 /107
- 二、几何光学 /108
 - 光源与光线 /109
 - 光传播遵循的三条基本定律 /110
 - 光的反射定律的应用 /115
 - 光的折射定律的应用 /116
- 三、波动光学 /120
 - 光的干涉 /120
 - 光的衍射 /123
 - 全息照相 /124
 - 光在晶体中的传播 /125
- 四、光与物质相互作用 /127
 - 光谱学 /127
 - 光与物质相互作用的方式 /128
 - 光的本性 /131
- 五、应用光学 /134
 - 激光 /134
 - 非线性光学 /139
 - 信息光学 /140
 - 集成光学 /141
 - 大气光学 /142

第五章 电磁学

- 一、静电学 /145
 - 什么是静电学 /145
 - 中国古代电学的成就 /145

电荷 /147
电荷间的相互作用 /152

二、电路 /156

电流 /156
电压 /157
电路 /157
电路中的基本定律 /158
各种各样的电路 /159

三、磁学 /160

历史悠久的磁学 /160
磁性、磁体、磁极 /161
磁性的来源 /162
磁场、磁感线 /162
地磁场——生命的保护伞 /163
磁感应强度、洛伦兹力 /165
质谱分析的基本原理 /166
回旋加速器 /166
电流的磁场 /167
磁通量、电磁感应 /168
自感现象、日光灯 /168
电磁灶的工作原理 /169
磁带录音原理 /169
神奇的液体磁铁 /170
磁悬浮列车——理想的交通工具 /172
巨磁电阻效应——未来信息技术的基石 /173

第六章 无线电物理

一、无线电物理的发展 /176
二、无线电路基本元器件 /178
电阻器 /178
电容器 /179
电感器 /179
电子管 /180
晶体管 /181
晶体二极管 /182
晶体三极管 /184

集成电路 / 186

三、麦克斯韦电磁理论和电磁波 / 187

电磁振荡 / 187

麦克斯韦电磁理论 / 188

电磁波的发射 / 189

电磁波的接收 / 190

频率和波长 / 191

电磁波的传播 / 192

四、无线电物理的应用 / 193

卫星通信 / 194

电视 / 194

雷达 / 195

相控阵雷达 / 196

全球定位系统 / 197

全球定位系统的应用 / 200

“北斗”卫星导航系统 / 200

五、无线电物理发展前沿 / 201

蓝牙技术 / 201

软件无线电技术 / 202

第七章 粒子物理

一、探索物质结构 / 206

对物质结构的认识 / 206

分子的基本状况 / 207

原子的基本状况 / 208

原子的结构模型 / 209

原子的能级及其辐射 / 210

X 射线 / 211

天然放射现象 / 213

原子核及其原子核能 / 214

二、粒子物理 / 215

粒子物理的发展过程 / 215

基本粒子 / 216

基本粒子间的相互作用 / 217

对称性和守恒定律 / 219

宇称守恒的破坏 / 220