



QGZXGGSJ

XJYHXKPXJC

全国中小学教师继续教育
东北师范大学研究中心组织编写

物理学与自然 基础科学

殷传宗 主编

东北师范大学出版社

物理学与

自然基础科学

殷传宗 主编

全国中小学教师继续教育
东北师范大学研究中心组织编写

东北师范大学出版社 长春

图书在版编目(CIP)数据

物理学与自然基础科学/殷传宗主编.-长春:东北师范大学出版社,2001.5

ISBN 7 - 5602 - 2899 - 2

I. 物... II. 殷... III. 教育理论-文集

N. G40-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 027790 号

☐ 出 版 人:贾国祥

☐ 责任编辑:宛 霞 ☐ 封面设计:李冰彬

☐ 责任校对:王 敏 ☐ 责任印制:张允豪

东北师范大学出版社出版发行
长春市人民大街 138 号(130024)

电话:0431—5687213

传真:0431—5691969

网址:<http://www.nnup.com>

电子函件:sdcbbs@mail.jl.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版

吉林工学院印刷厂印刷

2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:8.5 字数:196 千

印数:0 001 — 5 000 册

定价:9.80 元

序

当我们迈进 21 世纪的时候,我们会敏锐地觉察到,科学技术日新月异,知识经济初见端倪,综合国力的竞争日趋激烈。这种竞争说到底就是人才的竞争。人才培养靠教育,而教育的发展归根结底在于高素质师资的培育,主要依赖于教师教育。教师教育面临着严峻的挑战。

当前,我国正处于社会转型时期,从农业社会转向工业社会,从工业社会转向信息社会,即从传统社会转向现代化社会。国家的经济体制、经济增长方式也处于一个转轨时期。在社会转型、经济体制转轨、经济增长方式转型的情况下,历史赋予我们惟一的选择就是实施科教兴国战略。科教兴国,教育为本,发展教育当然师资要先行,这对教师教育提出了严峻的挑战。

《中国教育改革和发展纲要》明确提出了本世纪末大城市市区和经济发达地区要普及高中阶段教育,普及高中教育的关键是教师,所以,高师的培养能力是供远远小于求。在这种情况下,对教师教

育无论是数量的扩大，还是质量的提高，都提出了严峻的挑战。

整个中学教育的根本出发点，就是要实行全面提高学生素质的素质教育。而实施以培养创新和实践能力为核心的素质教育的根本，还是在于教师素质的提高。如果教师素质不提高，一切都无济于事。这对教师教育提出了严峻挑战。

其他的高等教育或专门教育发展需要高质量的生源，而高等教育和其他各种专门教育的生源都要由中等教育提供。这必然对中等教育提出了更新更高的要求，而中等教育质量的提高在于中小学教师素质的提高。从这个角度来讲，也对教师教育提出了严峻的挑战。

尤其应该提出的，我国2010年基础教育课程改革目标，构建新的基础教育课程体系，将突出培养学生的创新精神和实践能力，终身学习的愿望和能力，以及对自然和社会的责任感。为造就德、智、体、美等全面发展的社会主义事业建设者和接班人奠定基础。为达此目标，课程体系、结构、内容、形式、评价、管理都要发生重大变化，这对教师提出了新的、更高的要求。当然，对教师教育也提出了严峻的挑战。

当前我国教师现状严重不适应21世纪教育改革与发展需要，必须加强中小学教师继续教育工作，全面提高中小学教师素质。实施中小学教师继续教育，关键是教材建设，编写适应中小学教师继续教育的教材乃当务之急，为此，由教育部师范教育司批准建立的、面向全国的中小学教师继续教育东北

师大研究中心在进行广泛调查研究和第一期试办中小学骨干教师国家级培训班的基础上,组织了一批了解基础教育的著名教授、专家编写出了一套适合中小学教师在职进修、提高的教材。这套教材囊括了:学科知识更新类,如学科前沿介绍、科学概念的形成过程、知识拓宽与应用、高观点下的基本知识与其他学科的联系与综合等;教师职业所需的有关知识和教育理论类,如邓小平理论,教师职业道德,教育与社会,基础教育的国际比较,教师教育等;教育实践类,如基本技术与方法,现代教育技术,教育科研等。

总之,中小学教师继续教育的课程是多类型、多规格、多层次、多渠道的动态结构,既有文字教材,又有音频、视频教材,还有网上资源。其类型和结构,将构成丰富多彩的教材体系。本套教材充分体现了从教师可持续发展的高度,把现代自然科学和人文社会发展科学的最新成果反映到课程和教材体系中来;用现代教育思想、理论、技术和新的学科知识发展动态指导教师教育实践,充分重视教师教学经验和实践基础,将优秀教师科研成果课程化,发展教师主体意识和创新精神。在教材编写中,努力做到三个层面的整合:第一个层面,根据学科自然发展与中小学教学实践要求,对专业学科知识进行整合;第二个层面,以本专业学科为载体,教育学科知识和专业学科知识的整合;第三个层面,以教学设计为重点,信息技术与教学内容、方法和手段的整合。

我们完全相信,这套教材的出版,会使中小学

教师继续教育教材建设得到补充和完善,也将会推动中小学教师继续教育工作的深入开展。

通过这套书,假如能吸引更多的中小学教师投入到中小学教师继续教育中来,我想正是编者和本“研究中心”所乐于见到的,焉知就不会有起骨干作用的颗颗灿烂的基础教育的新星,从继续教育的行列中升起呢?

我们期待着,衷心热切地期待着。

张贵新

写于全国中小学教师继续教育

东北师大研究中心

2001年5月

前 言

2000年4月和10月,我们受国家教育部委托,先后承办了两期中学物理骨干教师国家级培训班,来自全国10个省、市共86位中学物理骨干教师参加培训。许多学员在不同场合呼吁培训内容应增加自然基础学科的相关内容,使他们今后能适应基础教育的课程改革(综合课程的讲授)、高考“3+X”的实施和校本课程(科技前沿选修课等)的开设。与此同时也了解到兄弟院校出版了《物理学与高新技术》。另外,早在去年10月讨论邓昭镜教授主编的《物理学中的辩证法》大纲时,鉴于大纲内容多,我提出将大纲第四章“与物理学相关的交叉学科发展中的辩证过程”删掉,以后单独成册出版。机会终于来了,今年初,东北师出版社向我系约稿,我就提出撰写《物理学与自然基础科学》,得到他们的同意。我们经过多次讨论,反复修改,逐渐明确了以下想法:

一、从现代科学发展对人类影响最大的理论中寻找主线

在现代科学发展中,最突出的对人类思维方式、认识方法产生深远影响的理论是四大基础理论,它们是:量子力学、相对论、基因理论和系统理论。这四大基础理论粗略地描绘了迄今人类所认识到的自然界的图景。同时,还建立了五大模型,它们是:宇

宙演化的热大爆炸模型、粒子物理的标准模型、遗传物质 DNA 双螺旋结构模型、智力活动的图灵计算模型和地质结构的板块模型。这五大模型更详细地描述了几类自然图像。

以上四大基础理论、五大模型对 20 世纪科学与技术以及社会产生了全面的、深刻的影响，并推动了一系列新学科与新技术的诞生。本书拟将这四大基础理论、五大模型作为主线，贯穿在全书中。

二、从物理学与自然基础学科的相关性审视、选择和组织教材内容

材内容

自然基础各学科的基本知识、基础理论和基本技能训练，无论是初级、中级乃至高级层次的著作比比皆是。本书不是全面介绍这些学科的理论和方法，不涉及这些学科的系统性。

本书主要是介绍 20 世纪物理学及其在自然基础学科中的地位和作用，以此为主要线索，力求以新体系、新面貌展现给读者。物理学研究的运动普遍存在于其他高级复杂（如化学、生物等）的物质运动形态之中。所以，物理学是最基础的学科。从科学发展史来看，前三次科学革命都是由物理学革命引发的，因而在上世纪中叶以前，物理学一直是带头学科，对整个科学系统产生了深刻的影响。在此之后，现代科学的学科结构重心开始转向生命科学，正在导致新的科学革命。即使这样，物理学仍然是最基础的学科，因而还起着基础的作用。更何况物理学与其他自然基础科学和横断科学（如数学）有着伙伴关系，互相促进，共同发展。

本书在撰写物理学与这些学科之间的关系时分三个层次：第一专题是“宏观”的关系，概述它们之间的关系，属第一层次；第二至第七专题是“介观”的关系，具体论述它们之间的关系，属第二层次；第八专题是“微观”的关系，具体论述在中学各学科

范畴之间的关系,属第三层次,二、三层次之间有交叉。

三、教材的整合性

本书中心内容以整合的面貌出现。表现在:物理学与其他自然基础学科知识的整合;理论(观点、思想)与方法的整合;知识与应用的整合。在整合中我们的处理尽可能具体和细致些。但在不少情况下我们采取“跳跃式”的或“渗透式”的叙述法,读者也许只知道一个大概的联系和发展方向,留下的悬念,今后可进一步学习,慢慢体会。

四、教材的适用性

根据当前教学改革的需要,本书在适用性方面,有以下几点想法:

1. 把科学素质和创造能力的培养放在重要位置。科学素质与科学知识相比是更深层次的、基础性的东西,是对知识本质的理解、内化和激活。它应该包括科学知识、科学思想、科学态度和科学方法。本书除在第八专题中专门讨论物理学与中学科学素质教育、物理学与创造思维能力的培养外,还在第一专题中论述了物理学的社会功能:物理学的认识论、方法论、教育论和社会功能。

2. 对综合课程的开设起促进作用。综合课程有助于给学生提供完整的世界图景、融合知识的分化以恢复知识的完整性。本书将给读者提供自然基础学科的综合知识,其中包括有关专题提供的案例分析和思考题,这些都为在中学开设综合课程作好必要的准备。本书的编写正是着眼于各自然基础学科的交叉和综合,把分立学科集约成整体的融化型综合。作为副产品,本书也为高考“3+X”的改革提供了一些成熟的案例和一幅综合的背景。综合考试的命题,增加了综合性和应用性,有助于学生以整体的观点来分析自然界形形色色的现象和规律,更有助于学生把知识与社会

生活紧密联系起来，本书也能对这方面的研究提供一些资料。

3. 两个“主体”作用的发挥。本书应用性第三点想法是：如何充分发挥物理和物理教师在中学综合课程的开设、高考“3+X”的改革和校本课程、活动课程（如科技前沿选修课）等中的作用，即以物理学和物理教师为主体的作用。

五、教材的专题性

本书以专题形式撰写，各专题均可相对独立，自成体系。各专题在撰写的风格和模式上也不强求一致，各有特色。

综上所述，本书的特色可概括为：一（根）红线——20世纪物理学及其在自然基础学科的地位和作用；两（个）主体——以物理学和物理教师为主体；三（个）层次——即物理学与自然基础学科的相关性分三个层次，它们是：“宏观”、“介观”和“微观”；四大基础理论——它们是：量子力学、相对论、基因理论和系统理论；五大模型——它们是宇宙演化的热大爆炸模型、粒子物理的标准模型、遗传物质DNA双螺旋结构模型、智力活动的图灵计算模型和地质结构的板块模型。

本书执笔分工如下：第一专题（上、殷传宗）；第一专题（下、林辛未）；第二专题（秦志仁）；第三专题（姜继泳）；第四和第五专题（邓昭镜）；第六专题（唐果南、钟及龙）；第七专题（陈华林）；第八专题（汪勃、徐渝生）。最后全书由殷传宗负责定稿。

本书的出版自始至终得到东北师范大学出版社、西南师范大学物理系的大力协助和支持，在此致谢。

由于本书涉及面广、时间仓促、作者水平有限，书中一定存在这样或那样的错误和缺点，恳请读者予以批评指正！

殷传宗

2001年5月于西南师范大学

目 录

第一专题 20 世纪物理学及其在自然基础学科中的地位与作用 (上) / 1

- 一、现代科学的体系、结构及其特征 / 1
- 二、自然科学的基础学科结构 / 7
- 三、20 世纪物理学的主要成就 / 13
- 四、20 世纪物理学发展的特点 / 22
- 五、20 世纪物理学在自然基础学科中的地位
和作用 / 29
- 六、物理学的社会功能 / 34

第一专题 20 世纪物理学及其在自然基础学科中的地位与作用 (下) / 40

- 一、从量子论到量子力学 / 40
- 二、狭义相对论与广义相对论简介 / 55

第二专题 数学与物理学 / 67

- 一、数学的特点及其与现代科学技术的关系 / 67
- 二、数学与物理学发展的历史渊源 / 76

三、物理学的模型方法和数学建模/84

四、中学物理教学中的数理匹配/97

第三专题 系统科学与物理学/102

一、系统科学的形成/103

二、耗散结构/104

三、混沌学/114

四、系统科学是物理思维方式的现代发展/121

第四专题 化学与物理学/126

一、化学学科的特征/126

二、化学与物理学的研究对象和研究内容
之比较/127

三、物理学宏观理论对化学的指导作用/130

四、物理学微观理论对化学的指导作用/133

五、化学理论对物理学的反作用/140

第五专题 生命科学与物理学/144

一、生命科学概述/144

二、力学和流体力学在生命科学中的应用/147

三、视觉和听觉的生物物理学/151

四、揭开生命本质认识的里程碑——分子
生物学之建立/156

第六专题 宇宙科学和物理学/166

- 一、无限又无边——牛顿的古典宇宙模型/167
 - 二、有限而无边——爱因斯坦的相对论宇宙模型/168
 - 三、在 100 兆光年的大尺度上研究——现代宇宙学及其“宇宙学原理”/170
 - 四、星系光谱线红移——宇宙在膨胀中/173
 - 五、开天辟地 3 分钟——大爆炸宇宙学/174
 - 六、连光线也要吞噬——黑洞/180
 - 七、大宇宙与小粒子——宇宙科学与粒子物理学相互支撑/184
-

第七专题 地学与物理学/190

- 一、地学的对象及研究方法/190
 - 二、众说纷纭话星云假说——地球的诞生和演化/190
 - 三、沧海桑田说海陆变迁——大地构造话过程的三部曲/196
 - 四、案例与思考/209
-

第八专题 中学物理教学与科学素质教育/213

- 一、科学素质的内涵和培养目标/214
- 二、中学物理教学设计的理论依据/217
- 三、中学物理教学与科学思想的培养/221



四、中学物理教学与科学方法的培养/227

五、中学物理教学与创新意识和实践能力的
培养/239

六、高考改革对中学物理教学的影响/247

参考文献/253

◆ 第一专题 ◆

20 世纪物理学及其在自然基础学科中的地位 and 作用 (上)

物理学是研究物质运动最普遍规律和物质基本结构的科学,它作为严格的、定量的自然科学的带头学科,过去一直在科学、技术和社会的发展中发挥着极其重要的作用,对人类的文明产生了重大的影响。回顾过去,可以看出物理学的革命导致科学和技术的革命,特别是现代科学的革命。本专题拟从现代科学是怎样产生的,它的体系和结构如何,它的特点是什么,发展趋势如何,自然科学的基础学科结构、体系和基本内容是什么,20 世纪物理学主要成就及其发展的特点,论述物理学在自然科学的基础学科中的地位 and 作用以及物理学的社会功能。

一、现代科学的体系、结构及其特征

(一) 现代科学的诞生

1. 科学及科学的作用

人们最早是用拉丁文“*Scientia*”表述“科学”概念,英文、德文、法文的“科学”也是从拉丁文中衍生来的。中国古代《中庸》上用“格物致知”表述实践出真知的概念,日本转译为“致

知学”。明治维新时期，日本著名科学启蒙大师、教育家福泽瑜把“Science”译成“科学”，在日本广泛应用。1893年，康有为引进并使用“科学”二字。科学启蒙大师、翻译家严复在翻译《天演论》等科学著作时，也用“科学”二字，此后“科学”二字在中国得到广泛应用。

科学是个难以界定的名词，人们更多地是从一个侧面对其本质特征加以揭示和描述。以英国著名科学史家、科学学创始人贝尔纳（J. D. Bernal 1901—1971）为代表的科学家们认为，科学在不同时期、不同场合有不同意义。科学有若干种解释，每一种解释都反映出科学某一方面的本质特征。到目前为止，也还没有任何人给科学下的定义为世人所公认。在由江泽民总书记多次建议，宋健、惠永正主编的《现代科学技术基础知识》一书中，沿着历史的轨迹，把众多的科学定义、解释加以概括，认为：“科学是对客观世界的认识，是反映客观事实和规律的知识”；“科学是反映客观事实和规律的知识体系”；“科学是一项反映客观事实和规律的知识体系相关活动的事业”。这是能为多数人接受的共同概念，也加深了我们对“科学”的理解和认识。

2. 现代科学

科学像一座宏伟的大厦，发展至现在历经了萌芽、形成和发展的漫长历史过程。科学的发展表现为渐进与飞跃两种基本形式的辩证统一。科学发展的渐进形式是科学进化，科学发展的飞跃形式是科学革命。科学革命是指人类对客观世界规律性认识发生具有划时代意义的飞跃，从而引起科学观念、科学研究模式及方式的根本变革。科学发展史上历经了三次科学革命，第一次科学革命是指从哥白尼的天文学革命开始，以牛顿、伽利略为代表的经典力学体系的建立为标志的科学革命。第二次科学革命是以化学、物理学与生物学理论的重大突破为内容的。化学的原子论和周期律；生物学的细胞学说与进化论。特别是物理学领域中出现