



新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列 | WULI JIAOYU YANJIU FANGFA DAOLUN

物理教育研究方法导论

◎冯 杰 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育科学研究的基本理论、物理学的特点以及物理教育的研究特点,采取讲授、讨论、资料查找和物理教育研究的案例分析等形式,结合基础教育物理新课程改革中热点、难点问题而编写的。以培养研究生和高年级本科生理解、体会和掌握物理教育研究的基本方法。

本书可以作为“课程与教学论·物理”硕士专业、物理教育硕士和物理教育本科专业的物理教育研究课程方面的教科书,也可以供中学物理教师和从事物理教育研究的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理教育研究方法导论/冯杰著. —北京:北京大学出版社, 2012.6
(新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列)

ISBN 978-7-301-18333-5

I. ①物… II. ①冯… III. ①物理学—教学研究—高等学校 IV. ①O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第257420号

书 名: 物理教育研究方法导论

著作责任者: 冯 杰 著

丛书策划: 姚成龙

责任编辑: 陈斌惠

标准书号: ISBN 978-7-301-18333-5/O·0835

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn>

电子邮箱: zyjy@pup.pku.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62754934 出版部 62754962

印 刷 者: 三河市博文印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 23印张 577千字

2012年6月第1版 2012年6月第1次印刷

定 价: 45.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:(010) 62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

序 言

冯杰老师的又一部大作，即将出版了，在此我首先向他表示诚挚的祝贺。

冯杰老师约我写序，自觉底气不足，难以胜任，但是冯老师的真情使我感动，不得不答应。这倒使我有幸先睹为快，拜读了《物理教育研究方法导论》。这也是冯老师的五部书稿之一。

物理教育研究是教育科学研究的重要组成部分，是影响物理教育实践的发展方向和质的最基础、最重要的能动性因素。如同做任何工作一样，开展物理教育研究，也必须借助于各种基本方法才能取得预期的成果。教育科学发展的历史表明，任何教育科学研究成就的取得，总是采用了某些可行的研究方法的结果。没有研究方法就不可能进行任何科学研究。对于自然科学的研究是如此，对于教育研究也是如此。对于物理教育研究来讲，教育研究的一般方法也是行之有效的。但是，与一般教育研究相比，物理教育研究的主要工作不是在宏观层次上开展对教育方针、教育政策和教育规律的研究，而是在学科教育和教学的层次上开展对物理教育功能、物理课程体系、物理教学内容和教材、物理教学方法和手段等方面的研究。因此，物理教育研究又有适合于自身具体特点的研究方法。

冯杰老师的这部新著《物理教育研究方法导论》，从讨论物理学、物理教育与物理教育研究的学科特点、区别与联系入手，以物理学及物理教学内容为研究对象，借助于教育科学的研究方法，较为全面、较为系统、又较为规范地探讨了开展物理教育研究的诸多方法。书中的物理教育研究案例，都是作者开展物理教育研究的真实过程的记录及研究成果，读者能够从书中领略物理教育研究的乐趣、魅力和具体方法，并且做到学以致用。

特别值得提出的是，作者结合自己多年从事科学研究和物理教育研究的实践，总结了多年来开设这门课程的经验，使全书展示出了五大特点：展示了教育科学研究方

法的共性；突出了物理教育研究方法的特点；紧密追踪了基础教育改革的动态，注重了物理教育研究的理论性与实践性的有机结合；具有动态式的前瞻性。

目前，虽然有许多教育科学研究方法方面的专著，也有物理教育研究方法的专著，但其着重点多是教育科学研究的一般方法或论述物理教学论方面的理论问题，适用物理课程论学术型硕士研究生并能满足物理教育硕士专业要求的教科书，还不多见。因此，冯老师的《物理教育研究方法导论》虽然是一种尝试，但是，对于促进“课程与教学论·物理”学科的发展，深入开展物理教育研究，丰富物理教育的研究成果，加强物理教育研究人才的培养，必将起到积极的作用。同时我也希望这一专著在使用的过程中，不断修订，趋于完善。

张宪魁

2011年7月于北京

序言	1
第一章 物理学、物理教育与物理教育研究	1
第一节 物理学与物理教育	1
一、物理学的特点	2
二、物理教育	6
第二节 物理教育研究	9
一、教育研究的对象	9
二、物理教育研究的对象及其特点	9
三、物理教育研究范围和内容	10
四、物理学、物理教育与物理教育研究三者的关系与若干反思	12
第三节 物理新课程的改革理念与物理教育	13
一、我国新课程改革总体概况	13
二、新课程改革目标	14
三、义务教育物理课程性质与基本理念	15
四、普通高中物理课程性质与基本理念	16
五、新课程理念的解读	17
第四节 物理教学与物理教育研究	21
一、物理教育研究的特点	21
二、物理教育研究的思维过程	22
三、物理学习的特点	25
四、物理教学模式	28
五、物理教育研究方法论	30
第二章 物理教育研究的调查方法	32
第一节 物理教育研究中的观察法	32
一、物理教育观察法的类型	32
二、物理教育观察法的过程	34

三、物理教育观察法的途径	34
四、物理教育观察材料的记录方法	35
五、观察法的要求	35
第二节 物理教育研究中的抽样法	36
一、几个基本概念	36
二、物理教育研究中抽样法的作用	36
三、物理教育研究中的抽样法的类型	37
四、关于抽样法的几个问题	38
第三节 物理教育研究中的调查法	38
一、物理教育调查法的作用和种类	39
二、调查的步骤	40
三、物理教育调查的具体途径	42
四、实行调查法应注意的事项	46
第四节 物理教育研究的调查问卷的设计和编制	46
一、调查问卷的一般结构	47
二、物理教育研究调查问卷的编制	48
三、物理调查问卷设计的几个问题	50
四、物理调查问卷示例	52
第五节 物理教育调查的研究报告	54
一、物理教育调查研究报告的特点	54
二、物理教育研究调查报告的结构	55
三、关于物理教育调查研究的几个问题	56
第三章 物理教育研究的实验方法	57
第一节 实验法与物理教育实验研究	57
一、实验法、教育实验与物理教育实验研究	57
二、教育实验的三种基本方法	60
三、物理教育实验的实施	63
四、物理教育实验法实例	68
第二节 归因法及其教育心理学基础	74
一、归因法中成就动机的心理学基础	74
二、归因法研究的进程	76
三、归因法实例	78
第三节 经验总结法	82
一、物理教育经验总结法的含义	82
二、物理教育经验总结法的类型	83

三、物理教育经验总结法的含义的重要作用	83
四、物理教育经验总结的方法步骤	84
五、物理教育经验总结的基本要求	86
六、先进物理教学经验的推广	87
第四章 物理教育研究中的统计方法	91
第一节 统计法的重要意义	91
一、统计方法在教育科研中具有重要作用	91
二、统计法计算机软件——SPSS	92
第二节 统计法的分类和统计数据类型	93
一、统计方法的分类	93
二、统计数据的类型	94
三、统计数据的分布	95
第三节 研究资料的描述与统计分析	95
一、统计表	95
二、统计图	99
三、集中量数	102
四、差异量数	104
五、相关分析	105
第四节 参数估计	108
一、点估计	108
二、区间估计	108
第五节 假设检验	110
一、假设检验的意义	110
二、假设检验的原理	111
三、假设检验的步骤	112
四、假设检验的应用	113
第五章 物理教育研究中的内容分析法	118
第一节 内容分析法	118
一、内容分析法的特点	118
二、内容分析法与文献法的比较	119
三、内容分析法的基本环节	119
第二节 内容分析法的模式和步骤	122
一、内容分析法的用途	122
二、内容分析系统设计模式	122

第三节	内容分析法在物理教育研究中的应用	127
第六章	物理教育研究中的比较法和预测法	134
第一节	物理教育研究中的比较法	134
一、	比较法的作用	134
二、	比较法的类别	135
三、	比较法实施的一般步骤	138
四、	运用比较法的基本要求	140
第二节	物理教育研究中的预测法	141
一、	几种主要的教育预测法	141
二、	教育预测的方法及其作用	142
第七章	物理教育研究中的测量法	148
第一节	物理教育与测量法	148
一、	测量在物理教育研究中的作用	148
二、	测量法的要求	150
三、	测量的标准	151
第二节	测量质量的统计指标	152
一、	测验应当具备基本特征	152
二、	测验特征量的具体指标	153
第三节	测量法在物理教育研究中的应用	167
一、	编制测验的一般原则	167
二、	编制测验的一般步骤	168
三、	试卷题目的类型	171
四、	试卷编制的一般过程	175
五、	编制客观物理测验的原则	180
六、	论文式考试	180
第四节	物理新课程测量法的应用研究	181
一、	物理试题内容的多维结构	181
二、	对物理试卷内容结构的规划	181
三、	新课程背景下对试题内容设计的要求	182
四、	物理新课程测验试卷举例	183
第八章	物理新课程的评价方法	185
第一节	常模参照测验与标准参照测验	185
一、	常模参照测验	185
二、	标准参照测验	187

第二节 原始分与标准分的是非功过	188
一、原始分	188
二、标准分	189
第三节 物理课堂教学的评价方法	192
一、对传统物理课堂教学评价的反思	192
二、新课程下物理课堂教学评价的基本理念	193
三、物理新课程课堂教学评价维度确定	195
四、物理教学评价的方法与策略	197
第四节 物理新课程学生评价体系及应用研究	199
一、物理新课程学生评价的理念	199
二、物理新课程学生评价的内容	202
三、物理新课程学生评价的方法	204
第五节 科学新课程学生评价体系及应用研究	207
一、对科学探究(过程、方法与能力)的评价	207
二、对科学知识与技能的评价	208
三、对科学情感、态度与价值观的评价	210
四、对科学、技术与社会关系认识的评价	210
第九章 物理教育研究的步骤	212
第一节 物理教育研究课题概述	212
一、课题的概述	212
二、物理新课程教育研究课题	212
三、物理教育研究课题的主要来源	214
第二节 物理教育研究选题的方法	215
一、选择物理教育研究课题的原则	215
二、物理教育研究课题的论证	216
三、物理教育研究课题的选择	217
四、我国物理教育研究课题	220
第三节 物理课题研究的开题报告	222
一、查阅文献,初步调查了解	222
二、做好文献综述	222
三、写好开题报告	223
四、物理教育课题开题报告的样表	226
第四节 物理教育研究的步骤	230
一、制订研究方案	230
二、收集并整理资料	231

三、分析研究	231
四、撰写研究报告	231
第五节 研究材料的整理与分析	231
一、材料的整理	232
二、对材料的研究	234
第六节 研究报告的撰写	239
一、撰写研究报告的目的	239
二、研究报告的类型和结构	239
三、如何撰写研究报告	241
第七节 学术论文和学术成果的鉴定	248
一、教育科研评价的内涵	248
二、教育科研评价的内容	250
三、教育科研评价的标准	250
四、教育科研评价的方法和程序	252
第十章 物理教育研究论文选读	254
第一节 物理教育研究的教育心理学基础	254
一、归因理论	254
二、多元智力理论	256
三、新行为主义学习理论	258
四、认知心理学	258
五、建构主义学习理论	263
六、杜威的活动（实用主义）学习理论	265
七、人本主义心理学理论	266
第二节 一般物理教学、教育研究论文	267
第三节 物理课程论硕士研究生学位论文选读	280
第十一章 教育科学研究中的信息技术和系统科学	332
第一节 现代教育技术在教育观察和实验中的应用	332
一、现代教育技术为教育研究提供有效的观察手段	332
二、记录、存贮和重现研究资料	333
第二节 教育软件在物理教育研究中的应用	334
一、教育软件的概述	334
二、物理教育软件	335
三、统计软件 SPSS	338

第三节 控制论、信息论和系统论与物理教育研究	344
一、控制论的基本方法及其在教育科学研究上的应用	344
二、信息论的基本方法及其在教育科学研究上的应用	346
三、系统论的基本方法及其在教育科学研究上的应用	349
参考文献	353
后记	355

第一章 物理学、物理教育与物理教育研究

牛顿 (Isaac Newton, 1642—1727) 名著《自然哲学的数学原理》的出版, 标志着物理学作为一门严密、精确科学的正式诞生; 夸美纽斯 (捷克教育家, Johann. Amos. Comenius, 1592—1670) 《大教学论》的问世, 标志着现代教育模式的确立; 光绪皇帝 (清德宗, 爱新觉罗·载湉, 1871—1908) 批准京师大学堂的设立, 标志我国科学教育包括物理教育的正式产生。近、现代以来, 西、东方陆续的工业革命, 促使以物理学教育为核心的科学技术教育逐步建立和发展, 不仅推动了物理学理论研究的大发展, 而且产生了物理教育与物理教育研究的学科领域, 从而确立了培养现代科技人才的教育基础。第二次世界大战结束后, 人类文明发展的重心由科学研究转向技术应用研究, 文化教育由精英教育转向了大众通才教育, 由此产生了轰轰烈烈的基础教育改革运动。我国由于历史的原因, 直到 20 世纪 80 年代才迎头赶上世界教育改革的潮流。21 世纪初, 我国的基础教育课程体系进行了全面的改革, 新课程、新教材、新教学理念、新教学模式在基础教学领域生根开花。就物理学科教育来说, 广大物理教师和物理教育研究的学者, 正在从教育意义和研究方法的层面上对物理学进行一番再认识、再分析, 挖掘蕴含在其中的自然科学、技术、美学、教育和人文知识等丰富内涵, 领悟物理学、物理教育及其相互的关系, 开展物理教育研究, 取得了丰硕的成果。其目的只有一个, 即寻找提高物理教育质量的新途径。

第一节 物理学与物理教育

从文化的角度看, 物理学是人类文明的精华之一; 从科学的角度看, 物理学是人们对无生命自然界中物质的转变的知识做出规律性的总结; 从研究对象的角度看, 物理学是研究物质结构、物质相互作用和运动规律的自然科学; 从哲学的角度看, 物理学是寻找宇宙各种序 (orders)、对称性 (symmetry)、对称破缺 (symmetry-breaking)、守恒律 (conservation laws) 或不变性 (invariance) 以及物质各种低级运动形式的普遍规律; 从物理学发展历史和传播的角度看, “物理”一词最先出自希腊文 φυσικ, 原意是指自然。古代欧洲人称物理学为“自然哲学”。日语中“物理”一词起自于明末清初科学家方以智 (1611—1671, 字密之, 明末清初画家、哲学家、科学家, 崇祯十三年进士) 的百科全书式著作《物理小识》。就我国古代汉语来说, “物理”二字是取“格物致理”四字的简称。格: 推究; 致: 求得。《礼记·大学》: “致知在格物, 物格而后知至。”意思是探究事物的形态和变化的原理, 从而获得知识。

作为一名物理教育工作者, 我们所面对的“物理学”, 既是一门体系严谨的自然科学, 又是一门课程, 同时又是一个教育研究的对象。

一、物理学的特点

物理学的魅力体现在物理学的特点之中。

第一，物理学是一门实验科学。

物理学是以实验为基础的科学，它的根基在实验，一切理论都要以实验作为唯一的检验基准。人们对物理问题总是在观察、实验的基础上，经过一系列归纳、概括，然后进行科学抽象，从现象深入到本质，从感性上升到理性，最后形成物理理论（假说）；而物理理论在经过可重复的科学实验的反复检验后，又进一步进行演绎系统化而形成一门学科，这就是物理学。追根溯源，可以看到，物理学源于观察与实验，而又必须经受实验的检验，而观察与实验的最初原动力是人们的生产实践，是人们对自然奥秘的追求探索。认识到这一点，才能从本质上理解物理学。

观察和实验是进行物理学研究的基本方法，是获得感性材料、探索物理规律、认识物理世界的基本手段，也是检验物理理论的唯一标准。这两种基本方法在物理学的框架下的确切含义如下。

观察：主要是指人们对物理现象在自然发生的条件下（即对现象不加控制）进行考察的一种方法。单纯的观察受到自然条件的种种限制，因而具有被动性。

实验：是人们根据研究的目的，利用科学仪器和设备，设法控制或模拟物理现象或过程，排除次要因素，突出主要因素，在最有利的条件下研究自然规律的方法。

自然科学的发展开始于观察，当人们不满足于在自然条件下观察研究对象，要求对研究对象进行积极干预时，就要使用实验的方法。科学从观察阶段进入实验阶段是一种质的飞跃。特别是在近代物理学的研究中，物理学的实验方法不仅促进了理论的诞生，而且愈来愈成为现代物理学各分支领域的重要工具。

提供事实、验证理论、测定常数、推广应用这四个方面基本上概括了实验在物理学发展中的作用。正如我国著名物理学家张文裕教授所指出的，“科学实验是科学理论的源泉，是自然科学的根本，也是工程技术的基础”，“基础研究、应用研究、开发研究和生产四方面要紧紧密结合在一起，必须有一条红线，这条红线就是科学实验”。

近代物理学鼻祖伽利略（Galileo Galilei, 1564—1642）倡导理论与实验相结合，用实验来验证理论的正确性，开创了以实验为基础、具有严密逻辑理论体系的近代科学。随着时代的发展，物理实验的方法延伸到其他科学领域以及社会生产之中，对科学技术的进步起到了巨大的作用。例如：激光的实验技术不但在物理学中发挥作用，而且在生命科学中也获得广泛应用。激光对微生物细胞的生长、代谢、生理机能和遗传特性等方面影响的实验研究，为工农业微生物育种提供了实验技术。而利用激光的高温高压作业性能优势，又可将激光作为手术刀，在眼科、胸科、牙科等手术中广泛应用。再如物理学中的遥感实验技术也成为近代研究地理学的重要手段。利用遥感实验技术采集数据，可以深入了解地球资源、自然灾害、生态环境等方面的情况和动态变化，等等。

第二，物理学是一门严密的理论科学。

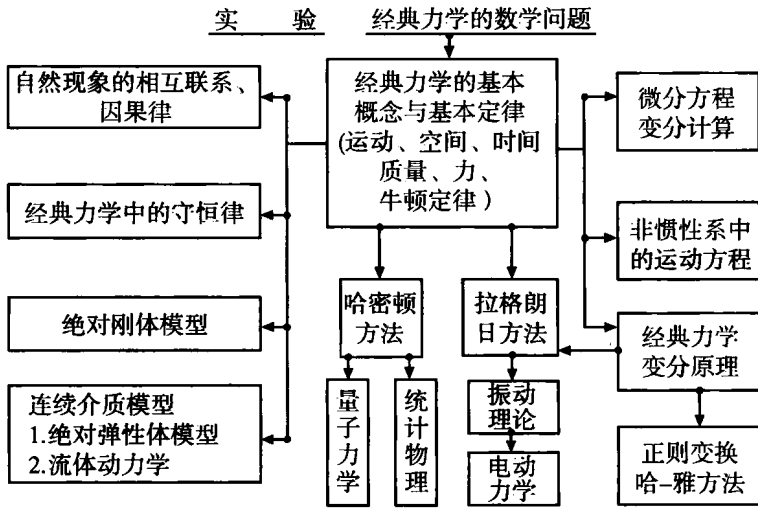


图 1-1-1 经典力学的学科体系结构图

物理学以物理概念为基石，以物理学定律为主干，建立了经典物理学、现代物理学及其各分支物理学学科的严密的逻辑体系。

物理学的认识成果是通过一系列物理概念来加以总结和概括的。综观物理学的完整理论体系，可知它是建立在四对概念体系基础之上的：实物与场、波与粒子、时间与空间和运动与静止。从这个意义上讲，物理学与哲学是密不可分的。物理学的具体概念就是由力、质量、动量、能量、场和量子等反映物质运动基本特点的物理概念、与这类概念相联系的基本定律以及运用逻辑推理得到的一系列结论和原理所组成。

以经典力学为例，图 1-1-1 从研究对象、研究方法、基本概念、守恒律和理论的逻辑结构等方面展示了经典力学的学科体系结构。

由此可以看到，物理学的理论逻辑严密，具有高度的系统化，环环相扣，这也意味着物理思维的严谨性。

第三，物理学是一门定量的精密科学。

物理是一门定量的精密科学，从物理概念转变为物理量开始，它利用种种数学表述手段为理论与实践（实验）开辟道路，使物理学的结论可随时加以严格验证。

物理学中的一些基本定律与公式，正是物理量之间函数关系在一定条件下的规律性反映。这说明物理学与数学之间的关系是极为密切的。数学作为研究物理学的一种重要方法和工具，其作用主要是为物理学提供描述物理概念和规律的简洁、精确、形式化的语言和表达式，简化和加速思维进程；提供对观测材料进行科学抽象的手段，促进物理规律和理论的建立，为分析和解决具体物理问题提供计算工具。

例如，著名的麦克斯韦方程组表示如下：

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_i q_i$$

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

$$\oint_S \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_i I_i + \int_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

$$\oint_s \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

在麦克斯韦方程组中，电场和磁场已经成为一个不可分割的整体。该方程组系统而完整地概括了宏观电磁场的基本规律，并预言了电磁波的存在。

当牛顿定律以一个简洁的方程式 $\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m\vec{a}$ 表达了经典力的核心概念的时候，物理对象之间的关系是明白、感性而直观的，力就是物理对象之间的时空关系。但是，对于电磁场，人们却无法用一个方程式来表达场之间的关系，而必须用一组方程同时表达它们之间的关系。电磁场的方程式各自有独立的实验意义而又相互依存，它们是同一个物理对象，同时又具有不相同的物理现象的抽象本质，它们的共存性是在实验和理想实验中被发现和被归纳总结出来的，它们必须同时共存于同一个方程组之中——这就是它们的物理本质。因此，在这个意义上，麦克斯韦方程组是一组彼此相关的公理，它以特殊的数学方式表达了一种物理存在。也正是在这种意义上，麦克斯韦方程组在物理学史上具有里程碑式的意义。第一，它以不同的数学方程式表达了在时空中具有不同物理现象的物理存在，在这个意义上它继续了经典物理学；第二，它以方程组的形式表达了场的存在，体现了电与磁本质性的共存性关系，在这个意义上，它又是显著的非经典的。

描述电磁物理存在的麦克斯韦方程组式的数学形式使物理学的数学严密性得到了充分的体现。从这个意义上，物理学不仅与数学密不可分，而且促进着数学的发展。

第四，物理学是一门研究物质运动形式最一般规律的应用十分广泛的基础科学。

物理学被人们公认为最重要的一门基础科学。物理学取得的成果极大地丰富了人们对物质世界的认识，有力地促进了人类文明的进步。正如国际纯粹物理和应用物理联合会第23届代表大会的决议《物理学对社会的重要性》所指出的，物理学是一项国际事业，它对人类未来的进步起着关键性的作用：探索自然，驱动技术，改善生活以及培养人才。20世纪初相对论和量子力学的建立，为物理学的飞速发展插上了双翅，并取得了空前辉煌的成就，以至于人们将20世纪被誉为“物理学的世纪”。

再如，爱因斯坦发现，质量的减少与能量的释放相对应，释放出来的能量等于减少的质量乘以光速的平方，即 $E=mc^2$ 。基于相对论的结论，可以断定，在最重的原子核发生核反应时，即大量质子和中子组成的重核分裂为较小的核时，就释放出能量。1952年10月31日，太平洋埃尼威托克岛第一颗氢弹的爆炸，如图1-1-2所示，正是把相对论运用到了原子核物理学，从而使原子能的释放成为现实的光辉典范。

从这个意义上讲，物理学是现代技术的基础，比如，航天和航空技术、力学工程技术、微电子技术、光电子技术和核能工程技术等。

第五，物理学是一门带有方法论性质的科学。

从早期萌芽到近现代发展，物理学都以它丰富的方法论和世界观等充满哲理的物理思想影响着人们的思想、观点和方法，影响着社会思潮和社会生活，因此物理学曾被称为“自然哲学”、“科学方法论的典范”、“辩证唯物主义哲学的科学基础”、“现代科学哲学的支柱”，等等。

诚如诺贝尔物理学奖得主、德国科学家玻恩（Max Born 1882—1970）所言：“与其说是因为我发表的工作里包含了一个自然现象的发现，倒不如说是因为那里包含了一个关

于自然现象的科学思想方法基础。”物理学之所以被人们公认为是一门重要的科学，不仅在于它对客观世界的规律进行了深刻的揭示，还因为它在发展、成长的过程中，形成了一整套独特而卓有成效的思想方法体系。正因为如此，物理学当之无愧地成了人类智能的结晶，文明的瑰宝。



图 1-1-2 太平洋埃尼威托克岛第一颗氢弹的爆炸

大量事实表明，物理思想与方法不仅对物理学本身有价值，而且对整个自然科学，乃至社会科学的发展都有着重要的贡献。有人统计过，自 20 世纪中叶以来，在诺贝尔化学奖、生物及医学奖，甚至经济学奖的获奖者中，有一半以上的人具有物理学的背景——这意味着他们从物理学中汲取了智能，转而在非物理领域里获得了成功。这就是物理智能的力量。难怪国外有专家十分尖锐地指出：没有物理修养的民族是愚蠢的民族！

物理学的发展史告诉我们，在物理学发展过程中，每一次物理学思想上的“危机”都孕育着物理学上的一次重大的突破，而每一次重大的突破都会强烈地在当代乃至下一代的物理思想方法上留下不灭的印记。一个重要的物理学定律或定理的产生往往是一代人甚至是几代人坚持不懈的努力的结果。而每一项成果，总伴随着新的物理思想方法的产生，或用新的物理思想方法作为它的世界观的支撑点。物理思想方法是在物理学各个发展阶段中逐渐萌发出来并成长为这个阶段物理学最重要的，对促进和发展以后物理学认识有突出影响的物理学的主流思想方法。这些思想方法既体现在物理学家对他们研究领域和研究工作的思考、理解、认识以及创造性发展的过程中，也体现在与不同学派和不同观点的比较、切磋、争论以及逐渐为同行所认可的过程中。在一个时期占有突出主体地位的物理学思想和方法，不仅给那个时期的物理学发展打上了深深的烙印，而且对以后物理理论的发展方向和速度产生着重大的影响。比如，关于光的波动和粒子二象性的问题。

第六，物理学是一门蕴涵着特殊文化的科学。

从广义来说，文化指的是人类历史实践过程中创造的物质财富和精神财富的总和。它包括科学文化和人文文化。同样的，物理学家在长期科学实践中所创造的大量物质产品与精神产品，也就构成了物理文化。物理文化是科学文化的重要组成部分。

物理学是以实验为基础的科学，它的基本研究方式就是实践，因而在客观性上表现为“真”；物理学创造的成果最终是为了造福人类，它在目的性上体现出“善”；另外，物理学还在人的情感、意识等方面反映了“美”。正因为物理学本身兼具真、善、美的三重属

性，我们完全有理由说，物理不仅是一种文化，而且是一种高层次、高品位的文化。

物理学是求真的。物理最讲究实证，物理学家在科学研究活动中最基本的态度就是实事求是，坚守“实践是检验真理唯一标准”的原则。正如物理学家费曼所说：“不论你的想法有多美，不论你怎么聪明，更不论你名气有多大，只要与实验不符便是错了，简简单单，这就是科学”。可以说，物理学的发展史，就是一部不断修正错误、不断逼近真理的“求真”史。

物理学是从善的。物理学致力于将人从自然中解放出来，从必然王国走向自由王国，帮助人们不断认识自己，促使人的生活趋于高尚。这是物理学的价值取向和终极目标，因而物理学的本质是从善的。另外，物理学家的行为也是从善的。爱因斯坦曾这样评价居里夫人和以她为代表的杰出物理学家：“第一流人物对时代和历史进程的意义，在其道德方面，也许比单纯的才智成就更大。”他们那种严谨求实的态度、献身科学的精神、热爱人民的情怀等等，对于后人无疑是一份尤为珍贵的人文财富。

物理学是至美的。德国物理学家海森伯（W. K. Heisenberg, 1907—1976）说过：美是真理的光辉。罗马哲学家普洛丁（Plotinus, 204—270）说过：善是美的本原。由此，物理学因真而美、因善而美就是十分自然的了。物理的美属于科学美，主要体现于简单、对称和统一。对称则统一，统一则简单，它们构成了物理学的基本美学准则。

翻开物理学的篇章，可以发现到处都跳动着美的音符，体现了人们对美的追求与创造。仅以统一性为例。当代物理学的发展，正朝着两个相反的研究方向延伸：大到宏观的宇宙，小到微观的粒子。令人感到惊讶的是，随着研究的深入，它们两者并非是分道扬镳、越走越远，反倒显示出不少殊途同归、相辅相成的迹象。例如，粒子物理学的一些研究成果常被天体物理学家所借鉴，用来探寻宇宙早期演化的图像（正因如此，粒子物理学在某种意义上也被称为“宇宙考古学”）。反过来，宇宙物理学的研究也为粒子物理学家提供了丰实的信息与印证。于是，物理学中两个截然相反的分支，就这般奇妙地衔接在了一起——犹如一条怪蟒咬住了自己的尾巴。

又如，英国物理学家狄拉克（Dirac, 1902—1984）首先发现，在自然界的某些物理量之间存在着下列引人注目的关系：已知的宇宙半径/电子半径 $\approx 10^{40}$ ；已知的宇宙年龄/强衰变粒子寿命 $\approx 10^{40}$ ；氢核与电子的库仑力/氢核与电子的引力 $\approx 10^{40}$ ……

在上述比数中，宇宙这个大的系统，与基本粒子这个小系统之间，竟然珠联璧合达到了如此完美的统一，让我们再次领略到了物理世界的美，一种动人心弦的壮丽的美。正是这许多美不胜收的事例，激发起人们对大自然由衷的赞叹与敬畏，难怪爱因斯坦（Albert Einstein, 1879—1955）会说：“宇宙间最不可理解的，就是宇宙是可以理解的。”

二、物理教育

关于什么是物理教育，作为物理教育工作者和物理教育研究者，让我们首先来辨析几个看似相近的、常被混淆的相关概念：物理教学法、物理教学论、物理课程与教学论和物理教育学。

（一）物理教学法

物理教学法是在教学论的一般原理指导下，在总结教学经验的基础上，研究物理教学中的任务、内容、原则和方法等具体问题和具体规律。基本上它只回答物理教学“是什