

DAXUE WULI ZHUANTI YANJIU

大学物理专题研究

◎冯 杰 编著

北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

未名启迪·新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列

大学物理专题研究

冯　杰　编著

北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是“课程与教学论·物理”硕士专业教学计划中“大学物理专题研究”课程的教材。“大学物理专题研究”是“课程与教学论·物理”全日制硕士专业、教育硕士专业的学位必修课。本书基于大学物理学研究的课程目标，主要研究普通物理学的基本原理、结构和方法以及现代物理学的量子理论、相对论的物理意义、熵的统计解释等一些新概念、新理论和新的实验现象。本书将有助于提升硕士研究生和高年级本科生的大学物理学理论素养；有助于提升新一轮基础教育课程改革中物理教师专业理论素养。

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

大学物理专题研究/冯杰编著．—北京：北京大学出版社，2011.4
（未名启迪·新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列）
ISBN 978-7-301-18334-2

Ⅰ.①大… Ⅱ.①冯… 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（2010）第 256506 号

书　　名：大学物理专题研究
著作责任者：冯　杰　编著
丛 书 策 划：姚成龙
责 任 编 辑：陈斌惠
标 准 书 号：ISBN 978-7-301-18334-2/G·3079
出 版 发 行：北京大学出版社（北京市海淀区成府路 205 号　100871）
网　　址：http://www.pup.cn
电 子 信 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：
经 销 者：新华书店
787 毫米×1092 毫米　16 开本　21.25 印张　517 千字
2011 年 4 月第 1 版　2011 年 4 月第 1 次印刷
定　　价：39.00 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

前　言

大学物理学研究是课程论硕士研究生必备专业技能之一。“大学物理专题研究”是“课程与教学论·物理”全日制硕士专业、物理教育硕士专业的必修课，也是物理教育本科和科学教育本科专业的选修课。

《大学物理学专题研究》，立足于对该专业学生（课程论硕士研究生、物理教育和科学教育的本科高年级学生）进行大学物理学的基础知识及其研究方法的整合、强化、研讨和提高，主要讨论经典物理学的基本原理、结构和方法以及现代物理学的量子本质、相对论的物理意义、熵的统计解释等一些新概念、新理论和新的实验现象等，力争在普通物理层面上作更加深入、细致和全面的研讨和提高，突出问题中的物理图像。旨在全面提升他们的大学物理学的专业素养，使他们在工作实践中，对自己所学基础物理专业知识有一个整体认识和在某些难点上有深入的钻研和思考。

本教材不同于一般的基础课教材，具有以下特点。

1. 浓缩的知识结构：本教材注重大学物理学知识的结构化。全书系统化地浓缩了大学物理学的基本知识，并与物理学基本研究方法相整合，使高年级本科生和研究生从一个更高的角度，对原有大学物理知识体系有一个整体认识，把握它们之间的相互关系。

2. 论坛式的教学形式：本教材每章以专题形式呈现知识结构，以讲座或专题报告的形式展开每次课的教的形式，以讨论和资料查找的形式作为每次课的学习的形式，帮助学生充分地利用现有的学习资源，从而有效地提高学习效率。

3. 方法论意义：本教材注重物理学研究的方法论研究，运用分析、类比、理想化、概括抽象和数学方法等科学思维的方法，引导高年级本科生和研究生对大学物理学的基本知识、基本方法进行研讨和思考，以培养学生理解、体会和掌握科学研究的方法。

4. 研究式的学习方式：本教材每章（每次课）都有若干与本章教学内容相关的思考题作为每次的课后练习，让学生课后通过利用课程资源和各种方式进行思考、研讨，起到“温故而知新”的效果。

5. 具有动态式的前瞻性：本教材在注重系统性、基本概念和基本原理的基础的同时，积极发挥教材的教学实用性功能和教材的间接传承性功能，积极吸收大学物理学教学改革的新成果和物理学发展的新概念、新理论、新实验和新技术原理的基本思想，而且考虑到当前实施中学物理新课程的需要，增加了有关相对论和宇宙学的内容等。因此，本教材处于一个具有相对完整和相对开放、具有一定前瞻性的动态系统之中，这样既有利于教材的不断完善，又能满足学生的学习需求。

目前，国内的大学物理专题开展尚处于“初级阶段”。虽然有一些大学物理研究方面零散研究论文或论文集，但是全国还没有专门的适应基础教育全面改革后的大学物理专题研究的相关教材，更没有适合“课程与教学论·物理”全日制硕士专业、教育硕士专业要

求的教材。本教材的撰写是一次尝试。

在此付梓之际，笔者要特别感谢上海师范大学以及数理学院和教育学院领导和同事的关心和支持！同时也要感谢我的研究生同学们，他（她）们为笔者收集、整理写作素材和参与研讨，也付出了辛勤的劳动！最后，特别感谢北京大学出版社的支持和帮助！

由于笔者水平所限，书中错漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

初稿于广州
2003 年 12 月
修订于上海
2010 年 3 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目录

前言 1

第一章　物理学方法论 1

第一节　物理学方法论概述 1

一、方法与方法论 1

二、物理学方法论的研究对象和内容 3

第二节　实验方法 4

一、实验方法 4

二、物理实验及其特点 5

三、物理实验的类型 6

四、物理实验设计的方法 8

五、物理实验的地位和作用 10

第三节　理想化方法 12

一、理想化方法的概述 12

二、理想模型 14

三、理想实验 19

第四节　比较与分类 20

一、比较 20

二、分类 22

第五节　类比与模拟方法 24

一、类比 24

二、模拟法 30

第六节　归纳与演绎 34

一、归纳和演绎 34

二、归纳与演绎的相互关系 35

三、归纳方法和演绎方法在物理学研究中的应用 36

第七节　分析与综合 37

一、分析方法 37

二、综合方法 39
三、分析与综合的关系 41
第八节 假 说 43
一、什么是假说 43
二、假说的特征 44
三、假说的形成过程 45
四、假说在科学发展中的作用 46
五、假说的应用领域 47
第九节 数学方法 47
一、数学的本质与特点 48
二、数学是物理学的表述形式 48
三、数学是创立和发展物理学理论的主要工具 49
四、物理学理论的应用要借助数学工具 49
五、物理学促进数学的发展 50
六、数学物理方程 51
第二章 物理学七个基本量 55
第一节 长 度 56
一、米制前的长度单位 56
二、米的定义 58
三、长度测量应用举例 60
第二节 质 量 61
一、国际千克原器 61
二、质量的物理意义 62
三、物体质量的测量方法 64
第三节 时 间 65
一、时间和时间单位的最新定义 65
二、时间符号和时间相关量的换算关系 67
三、几种常见测时仪的使用方法 67
四、计量的新应用 68
五、时间的发展方向 68
第四节 温 度 69
一、温度的概念 69
二、温标及建立温标的几个要素 70
第五节 电流（强度） 73
一、电流强度的物理意义 73

二、电流强度的单位 75
第六节 发光强度 78
一、定义发光强度单位的发展历史 79
二、发光强度单位的最新定义 79
三、发光强度的测量及其单位“坎德拉”的复现、传递实验 80
第七节 摩 尔 84
一、物质的量及其最新定义 84
二、摩尔和摩尔相关量的换算关系 86
三、摩尔研究新进展 87
第三章 牛顿定律与力学守恒定律 89
第一节 力的概念及其分类 89
一、力学发展的历史 89
二、自然界的四种基本力 90
三、力的分类 91
第二节 关于牛顿定律的话题 95
一、牛顿第一定律 96
二、牛顿第一定律与牛顿第二定律的关系 100
三、牛顿第二定律 102
四、牛顿第三定律 103
第三节 关于非惯性参照系 105
一、平动非惯性参照系中的惯性力 105
二、转动非惯性参照系的惯性力 106
三、地球上的科里奥利力学现象 108
第四节 关于摩擦力的话题 109
一、人类对摩擦力探索的历史 109
二、摩擦的机理 111
三、身边的摩擦现象 113
第五节 自行车的受力分析 113
一、自行车前进的动力 113
二、自行车的动态稳定性 115
三、自行车的极限速度 116
第六节 力学三个守恒定律及其成立的条件 116
一、动量守恒定律 117
二、机械能守恒定律 119
三、角动量定理和角动量守恒定律 121

第七节　受迫振动中的位移共振与速度共振　122
一、受迫振动　122
二、位移共振与速度共振的对比　123
三、总结　126
第八节　为什么弹性介质波的动能与势能是同步的　126
一、介质中质点振动能量的计算问题　126
二、机械波的能量　127
三、波的能量密度　128
四、波动中的质点与弹簧振子简谐振动的对比　128
五、机械简谐波的波形及其传播示意图　129
第九节　经典力学的成就和局限性　130
一、经典力学的伟大成就　130
二、经典力学的局限性　130
三、经典力学的适用范围　132
第四章　热力学系统与熵　134
第一节　热力学系统的基本概念　134
一、热学发展史简介　135
二、热力学与统计物理学　135
三、热力学物质形态的基本概念　136
四、热力学的基本原理及概念　138
第二节　热力学温度及其物理意义　141
一、温度的宏观定义　141
二、温度的微观定义　141
三、负绝对温度的概念　142
第三节　不可逆过程和熵　149
一、非平衡系统的局域平衡假设　150
二、热流和熵产生率　150
三、结论　151
第四节　热熵与信息熵　152
一、热熵　152
二、信息熵　154
第五节　热寂学的批判　156
一、热寂学的观点　156
二、热寂学的批判　157
三、对热寂学批判的质疑　158

第五章 电磁学中的场与路 161

第一节 三种电场的比较 161

一、三种电场的物理基础的比较 161

二、三种电场产生条件的比较 163

三、三种电场的场方程式及场性质的比较 165

四、三种电场的物理图像——电场线的比较 167

五、三种电场的场强公式的比较 167

六、三种电场的电势的比较 168

七、结论 168

第二节 位移电流及其热效应 169

一、位移电流的产生机制和规律 170

二、束缚电荷电流的产生机制和规律 171

三、位移电流的热效应问题 172

四、结论 174

第三节 抗磁性的微观解释 174

一、电子轨道运动在磁场中进动产生附加磁矩的解释 175

二、电磁感应附加磁矩的解释 177

三、结束语 178

第四节 电场与磁场的相对性 179

一、从静参考系 k 来分析 179

二、从动参考系 k' 来分析 179

第五节 电磁学中的场与路 181

一、什么是场 181

二、场与路的比较 186

第六节 麦克斯韦方程组 189

一、麦克斯韦方程组的实验基础 189

二、麦克斯斯韦方程组的思维方法 190

三、麦克斯韦方程组的建立过程 191

四、麦克斯韦方程组的伟大意义 193

第六章 光的干涉与时间相干性、空间相干性 195

第一节 相干光的必要条件 195

一、光波的电磁波特性 195

二、光矢量的叠加 196

三、相干必要条件的论证 196

四、相干的补充条件 200
五、结论 200
第二节 时间相干性 200
一、普通光源的发光特点 201
二、相干长度和相干时间 202
三、获得有限波列相干光的两种方法：分割波振面法和分割振幅法 202
四、小结 204
第三节 空间相干性 205
一、光源线度 b 对干涉条纹影响 205
二、b 一定，L 和 d 对干涉条纹影响分析 207
三、结论 208
第四节 迈克尔逊干涉仪 209
一、迈克尔逊干涉仪的结构和基本原理 209
二、干涉条纹 210
三、白光干涉及补偿板的作用 212
四、使用迈克尔逊干涉仪的注意事项 213
五、迈克尔逊干涉仪的应用 214
第五节 多光束干涉与自由光谱程 216
一、法布里—珀罗干涉仪的组成结构和工作原理 216
二、关于法布里—珀罗干涉图样的特点的分析 217
三、分辨本领 219
四、法布里—珀罗干涉仪的应用 220
第七章 光的衍射与全息照相 222
第一节 从惠更斯原理到惠更斯—菲涅耳原理 222
一、惠更斯原理的提出 222
二、惠更斯原理的应用 223
第二节 费马原理与几何光学的等光程性 226
一、光程 226
二、费马原理 227
三、用费马原理推导几何光学规律 228
四、费马原理与几何光学的等光程性 229
五、费马原理的应用 230
第三节 巴比涅原理与互补屏衍射 231
一、巴比涅原理 231
二、巴比涅原理的应用 232

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第四节 干涉与衍射的区别 233
一、杨氏双缝干涉 233
二、夫琅和费单缝衍射 235
三、干涉和衍射的区别 237
第五节 衍射与几何光学仪器的分辨本领 238
一、圆孔衍射 238
二、光学成像仪器的分辨本领 239
第六节 三基色原理与彩色电视系统 242
一、光的色散 243
二、三基色原理 243
三、三基色原理的应用 245
第七节 衍射与全息照相 247
一、全息照相与传统照相的区别 247
二、全息照相原理 247
三、全息照相实验 249
四、全息照相技术的应用 250
第八节 菲涅耳公式与布儒斯特定律 252
一、光的偏振 252
二、菲涅耳公式 254
三、半波损失的条件 254
四、布儒斯特定律 256
第八章 光的波粒二象性与光速 259
第一节 光的粒子性的三个典型实验 259
一、黑体辐射 259
二、光电效应 263
三、康普顿效应 264
第二节 关于光的波粒二象性中的辩证思维 266
一、光的波动说与光的粒子说的发展史 266
二、光的电磁说 269
三、光的粒子性 270
四、光的波粒二象性 270
第三节 激光原理与激光器 273
一、激光产生的原理 274
二、激光器 276
第四节 非线性光学与现代光学技术 278

一、非线性光学 278
二、现代光学技术 280
第五节 关于光速的话题 285
一、光速的定义 285
二、光速的测量 286
三、光速不变吗 287
四、超光速的有趣话题 288
第九章 相对论与宇宙学 290
第一节 迈克尔逊—莫雷实验 291
一、迈克尔逊进行以太漂移实验的起因 291
二、迈克尔逊—莫雷实验 294
三、迈克尔逊—莫雷实验的意义 296
第二节 狭义相对论 297
一、经典物理学面临的挑战 297
二、狭义相对论的建立 298
三、狭义相对论的基本原理 300
四、狭义相对论的意义 309
第三节 广义相对论 310
一、发展历史 310
二、基本原理、理论结构 314
三、广义相对论的意义 317
第四节 宇宙学与大爆炸理论 317
一、发展历史 317
二、基本原理、理论结构 319
三、关于宇宙学的假设与猜想 323

第一章　物理学方法论

我们知道，物理学是一门以实验为基础的定量科学，所以，在观察与实验方法的基础上，运用数学方法进行定量演绎探讨，运用逻辑方法进行思维提炼和升华，从而建立物理学的理论体系。科学理论思维贯穿于物理学研究的始终，科学思维的具体方法则随着物理学的发展而日趋丰富。系统地了解物理学研究方法，具体地认识物理学理论是怎样概括总结出来的，对物理学的教学和研究工作有着启发和帮助的作用。

本章系统地介绍了物理学方法论的基本概念、研究的对象和物理学方法论的基本内容，讨论了物理学方法论的作用和意义。

第一节　物理学方法论概述

虽然物理学的研究对象是物质最低级的运动形式，但是其研究途径却是一种高度复杂的实践与思维过程。随着研究的深入和物理学的广泛应用，物理学已经形成许多新的分支，由此随之产生了许多特殊的研究方法。

一、方法与方法论

自从人类进入文明社会以来，对方法这一概念有不完全相同的定义和理解。“方法”一词起源于希腊词“$\mu\varepsilon\tau\alpha$”（沿着、顺着的意思）和“$o\delta o\sigma$”（“道路”的意思），它的字面意义是沿着（正确的）道路运动。

（一）方法

所谓方法，就是为了解决某一具体问题从实践或理论上所采取的手段的总和。

方法起源于人类的实践活动。人类通过方法这种工具与客观发生关系，所以，方法是属于主观范畴的。例如，日月运行，昼夜交替，这些存在的本身是无方法可言的，但是，我们要认识它们就要涉及方法。而且，不同的人去解决同一问题往往会有不同的方法。例如，测一圆周的长，可以用绳子沿圆周绕一圈然后测绳长；也可以用小滚轮沿圆周滚一周，用滚动的圈数乘以小滚轮的周长；还可以测出它的直径用计算的方法求出周长等。

众所周知，美国试爆第一颗原子弹时，费米想亲自测定原子弹爆炸的威力。于是他将一把事先准备好的纸片抛向空中，然后根据自己离开爆炸中心的距离和纸片被冲击波吹过的距离，迅速推算出原子弹爆炸的威力，计算结果竟然和仪器测量结果相差无计。当然，要是他缺乏有关专业知识，就难以进行这样的计算。这也说明，目标相同，方法可以不同。只要潜心研究，就能找到简单而合理的新方法。

同一事物重组变序以获得不同的结果，也可称为方法。例如，战国时田忌和齐威王赛马，分上、中、下三等一一对应比赛，由于田忌的马力不如齐威王的，因而连负三局。此

时孙膑向田忌献策：以下等对其上等，宁负一局，然后以上对其中，以中对其下，连胜两局、以二比一获胜。此法可谓妙哉！

被实践检验过的科学理论知识，用来在其知识领域内或其他知识领域内建立其他理论时，就实质来说，也起方法的作用。而且往往抽象程度较高的知识对较为具体的知识发挥着方法的功能。所以，从这个意义上来讲，一切知识都可以应用而转化为方法。例如，控制论在研究电子计算技术时就起着方法的作用；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，就成为极限方法了。而方法一旦在往日的研究结果中形成，就会成为日后研究的出发点。

（二）方法存在的形式

（1）对于同一事物来说，沿纵向或横向发展过程中的转折过渡处必然存在有方法。

例如，从部分电路欧姆定律出发，研究全电路欧姆定律时，必然要用到实验归纳与理论演绎相结合的方法。

（2）不同事物之间（包括人和事物之间）建立联系或者发生关系时，必然存在方法。

例如，使闭合回路的一部分导体在磁场中作切割磁力线运动，或者使闭合回路的磁通量发生变化，运用上述方法都可以使磁与电这两种事物建立起联系。

（3）理论用于实践解决问题时，理论本身就具有方法的意义。

例如，研究一个物体从光滑斜面顶端下滑到底部时所具有的速度，我们可以用机械能守恒定律，或者牛顿第二定律与运动学公式相结合来求解。此时，上述理论实际上就成为解题方法了。

还应强调的是，当新的科学理论建立时，往往会引起思维的变革。例如量子力学的建立，导致以统计因果观为核心的思维方式取代了以严格决定论为核心的经典思维方式。

（三）方法论

1. 什么是方法论



图 1-1-1　培根（Francis Bacon 1561－1626），英国哲学家

方法论是与希腊词 λουσσ 有关的一个概念。它是关于认识和改造现实方法的学说和理论。就词的本义而言，方法论一词的创始人是英国哲学家培根。他首先提出以方法论体系武装科学思想，并在《新工具》一书中付诸实现。他对科学认识的归纳法及应用法所做的论证，对后来方法论的发展都起了重大的作用。同时使方法论问题成为哲学的中心问题之一。

方法论知识既可以是某些规定和标准的形式，用以确定某些特定活动类型和顺序（标准方法论），也可以是实际已经完成的某一活动的描述形式（描述方法论）。

2. 方法论的分类

由于标准不同，方法论可以有许多不同的分类名称。我们按照方法论分析的不同层次或普遍性程度的高低来划分，它包括既相互联系又相互区别的三个层次。

（1）哲学方法论。也就是辩证法、认识论和辩证逻辑，它普遍适用于自然科学、社会科学和思维科学。比如一切从实际出发的方法，矛盾分析方法等。

（2）自然科学方法论。它是从自然科学的各门学科中概括出来的，诸如观察和实验的

方法，抽象思维和形象思维的方法，数学方法等。

（3）各门学科中的一些具体方法。如初等数学中的数学归纳法，高等数学中的微分法、积分法，物理学中的光谱分析法，化学中的催化方法等。

二、物理学方法论的研究对象和内容

物理学方法论是以唯物辩证法为指导探讨物理科学一般研究方法的理论。以上各类方法在物理学方法论中几乎都会涉及。它主要是探讨用什么方法研究物理现象，怎样描述物理现象，怎样探索并总结物理规律等。它既具有自然科学方法论的一般特征，又反映物理科学研究方法的特殊规律。一方面它把哲学方法、自然科学的一般方法与物理学科的特点相结合，具体运用于物理运动规律性的研究中，另一方面又把物理学科直接某些共有的、通用的方法，通过抽象、概括加以提炼，使之上升为自然科学研究的一般方法。

具体说来，物理学方法论包括以下一些内容：

（1）物理科学认识的逻辑结构和研究程序，揭示物理科学研究过程的各个阶段和每一环节的作用、特点及其所应遵循的一般原则。

首先通过对物理系统的分析，研究一般物理系统，从确定课题到总结规律需要经过哪些环节和步骤，这些活动有什么规律性，要运用哪些方法，这些方法有何作用何特点。其次在物理科学研究的基础上总结出物理学方法论，并从整体上分析其逻辑结构体系。也就是说，分析物理学方法论应由哪些方法组成，这些方法之间的区别联系又是什么。

（2）总结物理科学研究中常用的一般方法，并将它们分类，揭示各种方法的含义、特点、适用范围，运用的原则和注意事项，以及物理学史上的例证，并尽可能地给出使用模式，以便使用、借鉴与移植。

例如，物理学方法大致可分为两大类，一是具有一定程式和规律的常规方法，如观察实验方法、数学方法、理论思维等方法。一类是非常规的方法，诸如直觉、灵感、机遇、猜测等方法。

（3）研究物理学史上的重大突破和有代表性的事例，揭示著名物理学家的研究方法。

因为物理学方法论的全部内容，包括总结科学方法、探讨科学方法的原理与结构、总结物理学研究的程序等都是从物理史的反思中以及人们对物理研究过程的再认识中总结出来的。实践证明，重大科学理论的突破，往往伴随着科学方法的诞生。以狭义相对论建立为例。在爱因斯坦（Albert Einstein，1879—1955）以前，洛伦兹与彭加勒（Jules Henri Poincaré，1854—1912）在物理概念及数学形式上都十分接近狭义相对论，但他们只是限于对牛顿理论的修修补补，极力维护绝对时空观的旧有框架。为什么只有到爱因斯坦时才能最后提出新理论呢？这里面有个方法论的问题。爱因斯坦本人曾指出，英国哲学家休谟（David Hume，1711—1776）与奥地利物理学家马赫（Ernst Mach，1838—1916）的怀疑论对他影响很大，使他敢于对牛顿理论的庞大体系产生怀疑，并树立起推翻牛顿理论的信心。另外，荷兰哲学家斯宾诺莎（Baruch Spinoza，1632—1677）的唯理论方法也给了爱因斯坦建立新理论的具体方法的手段，他采用斯宾诺莎的方法建立了公理化的相对论体系，而且爱因斯坦本人还在此基础上提出了具有方法论意义的逻辑简单性原理。

物理学史中还有大量具有方法论意义的思想有待我们去进一步发掘和整理。例如，在量子理论的发展过程中，以玻尔（Niels Henrik David Bohr，1885—1962）为首的哥本哈

根学派与爱因斯坦的争论极富方法论意义，特别是玻尔提出的对应原理和互补原理，都有待于从科学方法论的角度去进行总结提高。

应该强调的是，我们不仅要重视物理学家成功的经验，还要注意他们失败的教训，揭示失败的方法论意义，把失败转化为成功。实践证明这也是物理学方法论中不可缺少的内容。

(4) 研究新兴科学、新兴技术对物理学研究的重大影响、并探讨其方法论意义。

20 世纪以来崛起一大批新兴学科、新兴技术，必然对物理学研究方法的发展产生十分深远的影响。例如，20 世纪 40 年代几乎同时出现的控制论、信息论和系统论这三门横向科学，为现代科学技术及物理学的研究提供了崭新的思维方法和从整体上认识事物的系统科学方法。它们不但是现代科学不可缺少的研究方法，同时也彻底改变了当代科学家的思维方式。总之，新的思维方式与新的技术手段相结合，必然会对物理学发展起着不可估量的作用。

第二节　实验方法

众所周知，物理学是一门以实验为基础的科学，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，在经过一系列的科学抽象，从现象深入到本质，从感性上升到理性，最后形成物理理论；而物理理论在经过可重复科学实验的反复检验后，又进一步系统化而形成一门学科，这就是物理学。追根溯源，可以看到，物理学最开始源于观察与实验，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，是人们追求探索自然的奥秘。认识到这一点，才能从本质上理解物理学。实验也是研究和学习物理学最基本的方法。

一、实验方法

(一) 什么是实验方法

实验方法是人们根据一定的目的和计划，利用仪器、设备等物质手段，在人为控制、变革或模拟自然现象的条件下获得科学事实的方法。

(二) 实验方法的特点

1. 实验方法可以简化、纯化以至强化自然过程

由于任何一个自然事物和生产过程都是非常复杂的，不仅自身表现出各种各样的相互交织的现象，而且还同周围环境相互作用，相互影响。在这种状态下，单靠观察方法难以揭示各现象之间的本质联系。而在实验过程中，科学家可以通过一系列手段干涉自然过程，使之简化、纯化或强化，以便突出主要因素，排除次要、偶然因素，加深对事物实质的认识。在这个意义上看，实验过程本身就是一种抽象，是仪器中所凝聚的思维对自然的抽象。

在物理学中，发现负质子的过程，就是一个很好的简化和纯化过程的例子。当安德森发现正电子以后，物理学家根据对称原理推测，可能存在负质子（在此之前，一般只有负电子和正质子被人所知），于是制造了几十亿电子伏特的回旋加速器。但是要观测到负质子，必须能够把同负质子伴随产生的其他粒子滤掉，这样才能找到负质子。可是，美国科

需要全本请访问 www.ertongbook.com