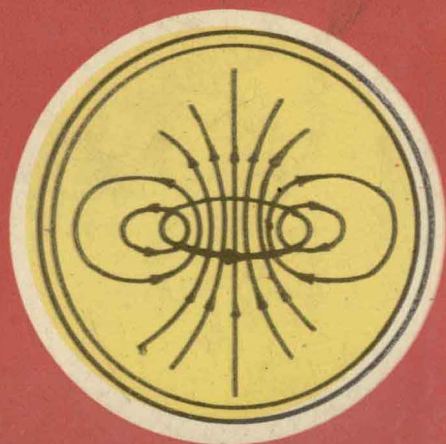


· 物理教学论丛书 ·

高等物理教学论

聂承昌 黄照欣 熊钰庆



华南理工大学出版社

· 物理教学论丛书 ·

高等物理教学论

聂承昌 黄照欣 熊钰庆

华南理工大学出版社

[粤] 新登字 12 号

图书在版编目 (CIP) 数据

高等物理教学论/聂承昌等, —广州:
华南理工大学出版社, 1994. 9
ISBN 7-5623-0742-3

I. 高…

II. 聂…

III. 物理学-教育学

IV. G40

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山·邮码 510641)

责任编辑: 陈 亮

华南师范大学印刷厂印装

1994 年 9 月第 1 版 1994 年 9 月第 1 次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 12.25 字数: 328 千

印数: 1—1200

定价: 8.20 元

序 言

当前，我国正经历着一场深刻的教育改革。

教育改革，通常都是从教学领域开始，然后推动整个教育体系的变革，反过来又促进教学领域的改革向更深的层次、更高的水平发展。教学改革一方面需要教学理论的指导，另一方面改革的实践又极大地丰富和发展着教学理论。近年来，许多物理教育工作者联系教学改革的实际，对物理教学系统、物理教学过程、物理教学的原则、方法等各个方面做了大量的理论研究工作，取得了可喜的成果。我们本着虚心学习的精神，结合个人在教学实践和理论探索中的体会，对有关物理教学论的部分研究成果进行了整理、归纳和总结，写出了这本册子。

物理教学论的研究对象是物理教学系统及其运动过程——物理教学过程，其目的是揭示和研究物理教学活动的本质、特性和规律。它要阐明以下的问题：物理教学系统的结构、功能；系统与外界以及系统内部各要素之间的关系，相互作用的形式、性质和特点；物理知识在教学系统中传递和转换的原理、原则、方式和规律；物理教学与优化学生智能结构、提高学生思想素质、发展学生良好个性的关系；学生学习物理过程所遵循的规律和如何培养良好的学习方法，等等。显然，物理教学论与普通教学论的关系是特殊与一般的关系，物理教学论是普通教学论的重要分支理论。普通教学论的普遍原理、原则、方法对物理教学论的研究具有指导作用，反过来，物理教学论的研究成果又丰富和充实了普通教学论的内容。同时，物理教学论又不同于物理教学法，前者是关于物理教学基本原理和规律的理论性科学，后者是关于物理教学的具体方法、措施及其实施过程的技术性科学，它们之间的关系是理论与技术的层次关系，物理教学论的基本理论是物理

教学法的直接理论基础。

我国对学科教学论的研究起步较晚，严格说来，作为学科教学论之一的物理教学论目前还处在探索阶段，尚缺乏系统的研究方法和比较成熟的理论。由于物理教学过程是一个求知——授知——认知的发展过程，也是学生以物理认知结构为基础发展智能的运动过程。因此，物理教学论的研究必须以马克思主义的认识论为指导，综合运用教育学、心理学、思维科学和统计测量理论，对物理教学系统的运动过程进行多层次、多侧面、多视角的全面考察，力求在揭示物理教学基本规律的同时，逐步形成具有自身特色的研究方法体系。此外，我们的研究实践表明，系统论、信息论、控制论的基本理论和方法，也是进行物理教学研究的有力工具。

本书的讨论范围主要是大学物理教学，原则上包括了本科与专科、物理专业与非物理专业的物理教学过程。全书的结构按篇、章、节体例安排，力求条理分明，叙述清楚，观点明确。第一篇至第三篇为物理教学系统的结构、功能分析，第四篇至第八篇分别讨论物理教学实践中施教活动和学习活动的原理、原则和规律，第九篇简单介绍了物理教学测量和评价的方法论知识。

本书的编写由熊钰庆策划和指导，第一篇至第四篇由黄照欣执笔，第五篇至第九篇由聂承昌执笔，熊钰庆和聂承昌负责统核全稿。在编写过程中，得到何宝鹏教授、林木欣教授和梁华南副教授的支持和帮助。书中许多地方借鉴了国内同行专家的研究成果，恕不一一注明，在此一并表示衷心的感谢。由于作者水平有限，书中错漏和不当在所难免，诚望专家、读者批评指正。

作者谨识

一九九四年四月

于华南师范大学

目 录

第一篇 大学物理教学过程与规律	(1)
第一章 大学物理教学过程	(1)
§ 1-1 大学物理教学过程的认识论分析	(1)
§ 1-2 大学物理教学过程的系统论分析	(7)
§ 1-3 大学物理教学过程的信息论分析	(17)
§ 1-4 大学物理教学过程的 <u>控制论</u> 分析	(23)
第二章 大学物理教学规律	(28)
§ 2-1 物理学的学科特点	(28)
§ 2-2 大学物理教学过程的特点	(34)
§ 2-3 大学物理教学过程的规律	(39)
第二篇 大学物理教学目标与课程简论	(46)
第三章 大学物理教学目标	(46)
§ 3-1 教学目标概述	(46)
§ 3-2 大学物理教学目标的分类	(51)
§ 3-3 大学物理教学目标的制订与实现	(57)
第四章 大学物理课程简论	(62)
§ 4-1 一般课程论概述	(62)
§ 4-2 物理专业教学计划	(68)
§ 4-3 物理专业 <u>课程结构</u>	(78)
§ 4-4 大学物理教学大纲	(88)
§ 4-5 大学物理教材建设	(93)
第三篇 物理学知识结构与物理方法论	(102)
第五章 物理学 <u>知识结构</u>	(102)
§ 5-1 知识结构与认知结构概述	(102)
§ 5-2 大学物理知识结构分析	(107)

第六章 物理学方法论和物理学研究方法	(117)
§ 6-1 物理学方法论原理简介	(117)
§ 6-2 物理学研究方法	(127)
第七章 物理学知识结构及研究方法 with 物理教学的关系	(138)
§ 7-1 物理学知识与物理教学	(138)
§ 7-2 物理学研究方法 with 物理教学	(143)
第四篇 大学物理教学原则与方法	(147)
第八章 大学物理教学原则	(147)
§ 8-1 教学原则概述	(147)
§ 8-2 大学物理教学原则体系	(151)
第九章 大学物理教学方法与手段	(164)
§ 9-1 教学方法概述	(164)
§ 9-2 大学物理教学的一般方法	(169)
§ 9-3 大学物理教学的综合方法	(174)
§ 9-4 大学物理教学方法的选择	(181)
§ 9-5 大学物理现代化教学手段	(188)
§ 9-6 多媒体组合教学	(195)
第五篇 大学物理的施教实践	(213)
第十章 大学物理基本理论的教学	(213)
§ 10-1 物理学基本理论概述	(213)
§ 10-2 物理学概念的教学	(218)
§ 10-3 物理学定律的教学	(224)
§ 10-4 物理学公式的教学	(229)
§ 10-5 基础物理与专业基础物理课程的教学特点	(234)
第十一章 大学物理实验的教学	(239)
§ 11-1 物理实验概述	(239)
§ 11-2 教学物理实验	(243)
§ 11-3 物理实验课程设置	(247)
§ 11-4 物理演示实验的教学	(251)
§ 11-5 物理实验课的教学	(256)

第十二章 物理学教学实习	(261)
§ 12-1 物理教学实习概述	(262)
§ 12-2 物理教学实习的准备	(265)
§ 12-3 物理教学实习的实践与评估	(268)
§ 12-4 指导教师在教学实习中的地位与作用	(275)
第六篇 物理教学中的智能培养	(278)
第十三章 物理教学与智能培养	(278)
§ 13-1 物理教学必须重视智能培养	(278)
§ 13-2 物理自学能力的培养	(282)
§ 13-3 物理实验能力的培养	(286)
§ 13-4 综合运用数学工具能力的培养	(290)
§ 13-5 物理思维能力的培养	(297)
第七篇 大学物理教学艺术	(303)
第十四章 物理学的科学美	(303)
§ 14-1 科学美概述	(304)
§ 14-2 物理学的科学美形态	(307)
§ 14-3 物理学的科学美特征	(312)
§ 14-4 物理学的科学美方法	(315)
第十五章 物理学的教学艺术	(318)
§ 15-1 物理学的科学美与物理教学	(318)
§ 15-2 物理教学的组织艺术	(322)
§ 15-3 物理教学的逻辑艺术	(327)
§ 15-4 物理教学的语言艺术	(330)
第八篇 大学物理学习论	(334)
第十六章 物理学习系统	(334)
§ 16-1 物理学习系统概述	(334)
§ 16-2 影响物理学习的因素	(338)
第十七章 物理学习过程、原则与方法	(344)
§ 17-1 物理学习过程	(344)
§ 17-2 物理学习原则	(348)
§ 17-3 物理学习方法	(353)

第九篇 物理教学的测量与评价.....	(357)
第十八章 物理教学测量.....	(357)
§ 18-1 物理教学测量概述	(357)
§ 18-2 物理教学测量的量表和工具	(361)
§ 18-3 物理教学测量的质量指标	(365)
第十九章 物理教学评价.....	(369)
§ 19-1 物理教学评价概述	(369)
§ 19-2 物理教学评价方法	(371)
§ 19-3 S-P 表评价法	(375)
参考文献.....	(379)

第一篇 大学物理教学过程与规律

大学物理教学过程的理论是大学物理教学论的基础。什么是物理教学过程？它具有哪些特点和运动规律？我们将如何去认识和掌握这些特点和规律？这是本篇所要讨论的主要内容。

规律是客观存在的，不以人的意志为转移的本质关系。人们只有能动地按规律办事，才能取得预期的效果。为了提高大学物理教学的质量，就必须研究和掌握大学物理教学过程的规律。我们将在研究分析物理学学科的特点和大学物理教学过程的特点的基础上，阐明大学物理教学过程的规律。

第一章 大学物理教学过程

§ 1-1 大学物理教学过程的认识论分析

大学物理教学过程是物理教师施教和学生学习的共同过程，是学生在教师有目的、有计划的指导和调控下，通过实验、观察、思维等学科性的方法和手段，积极主动地完成物理教学大纲所规定的学习任务，掌握一定的物理知识、技能和方法，发展物理学科的能力，确立辩证唯物主义世界观，培养良好的道德、情感、意志和个性的统一过程。

一、大学物理教学过程是一种特殊的认识过程

从认识论角度来看，大学物理教学过程本质上是一种认识过

程,不过这种认识具有其特殊性,不同于一般的认识和其它形式的认识过程。正确地把握这点,是解决教学实践中一系列问题的重要前提。

1. 大学物理教学过程和人类的一般认识过程具有共性

在大学物理教学过程中,学生在教师的指导下,获得前人或他人总结出来的系统物理知识,这是一个认识客观世界的过程。人类的一般认识过程包含三个基本阶段:感性阶段、理性阶段、实践阶段。列宁曾简明地概括为:“从生动的直观到抽象的思维,并从抽象的思维到实践,这就是认识真理、认识客观实在的辩证途径。”从大学物理教学过程的整体来说,学生掌握物理知识的过程与人类一般认识过程是一致的,需要通过一定的实践,获得一定的感性经验作为基础;如果没有直接的实践经验和一定的感性认识,也要通过与直接经验相类比的间接形象思维到抽象思维等一系列的活动过程,才能最终达到抽象的理性认识。例如,学生在学习经典物理知识时,往往都有一定的实践经验和感性认识,以此为基础来掌握经典物理学有关的概念和规律。对于微观、高速的物理领域,学生缺少这方面的实践经验,这就要通过类比和想象进行抽象思维,最后达到抽象的理性认识,逐步掌握相对论、量子力学等知识。当然,学生达到理性认识后,还要回到实践中去指导实践,学以致用。由于学生学习物理知识的认识过程和人类的一般认识过程从根本上是一致的,因此就必然受到人类认识过程的普遍规律所制约,必须接受马克思主义认识论的指导。

2. 大学物理教学过程又是一种特殊的认识过程

从总体来说,它的特殊性在于它是学生个体对物理世界的认识过程,同时又是教育条件下的认识过程。作为教育,它是认识性的教育过程;作为认识,它是教育性的认识过程。这种特殊的认识过程具有三个基本特点:

(1) 认识的主要对象是间接知识。学生在大学物理教学活动中的认识对象主要是前人或他人长期实践总结出来的知识成果——概括化、系统化的物理知识体系,它主要是以书本知识的形

式体现出来的。这样的物理知识是一种间接知识，它不是学生从直接经验中抽象总结出来的，而是由物理教育家按照社会的要求，根据教学大纲的规定和学生个体发展的需要，顾及到不同学校的性质和任务，从人类物理知识宝库中精选出来的、最基本、最必需的材料，并遵循物理学的知识结构和逻辑体系编辑而成的，它具有确定性、稳定性和可接受性等特性。显然，这种间接知识与历代物理学家亲身变革物理世界的直接认识是流和源的关系，既相联系，又有很大的差别。

学生以书本知识为认识的主要对象，可以不受认识个体的时间和空间的限制，在比较短的时间内掌握到大量系统的物理学知识，缩短对客观现实物理世界的认识过程。在物理教学过程中，不必也不可能要求学生“事必躬亲”，也就是说，学生在学习每一个物理概念、规律、理论时，无需强求都从原始实验做起，不必重复牛顿、麦克斯韦、爱因斯坦等历代物理学家所走过的曲折历程。学生学习物理学，在已有的生活经验的基础上，可以从书本开始，配合必要的实验迅速接触理论，从一个概念过渡到另一个概念，从一个理论过渡到另一个理论，从已知的知识过渡到未知的知识，从而在掌握知识过程中节省大量的时间，使个体认识迅速接近或赶上人类的总体认识。这样做并不违反辩证唯物主义的“实践——理论——实践”的认识规律，而恰恰是体现了物理教学过程认识的特殊性。这正如恩格斯所说的：“每一个体都必须亲自去经验，这不再是必要的了；它的个体的经验在某种程度是可以由它的历代祖先的经验的结果来代替。”

大学物理教学过程的实践也与一般的实践不一样，具有自己的特殊性。我们不可能要求学生把在教学过程中所获得的物理知识，都马上应用到生产、科学研究实践中去。学生学到的许多物理知识，往往要到毕业后才有机会直接应用到生产、科研的实践中。这并不是说学习物理无需实践，大学物理教学过程的实践活动叫教学实践，这是一种特殊的实践活动，通常是由教师精心设计和选择的、多半是模拟的、典型化或者是简约化了的实践，例

如练习、实验、实习等。这种实践的主要目的，大多数也不是为了探索人类的未知，而是为了验证人类的已知，为了更好地理解和掌握知识，为了学会运用知识解决问题的方法和培养解决问题的能力。

(2) 认识活动具有三体结构。人类一般的认识活动具有二体结构，人是认识的主体，自然界或人类社会是认识的客体。对于学生的认识过程，大多数都不是主体和客体直接发生关系，而主要是要通过教师、教材、教学设备等中介媒体去认识客体。这里特别重要的是，教学认识活动中有一个在一般认识活动中所没有的组织者和指导者——教师。没有教师参与并在其中起主导作用的认识过程就不成其为教学过程。教师是教学活动的组织者，是物理知识和技能的传授者，是学生思想的教育者，其作用和地位十分重要。因此，在教学过程中必须重视和正确发挥教师的主导作用，否则，教师这一中介媒体有可能成为发展学生认识能力的障碍。

(3) 认识的目的在于全面发展。学生作为大学物理教学活动的主体，除了要学习和掌握对他们来说是未知的物理知识之外，还要发展自己的智能，树立辩证唯物主义世界观，培养良好的情感、意志、道德和个性。大学物理教学的根本目的，简单地说，就是要培养、训练和塑造学生，使他们在德、智、体、美、劳等诸方面全面和谐地发展。因此，学生学习物理的过程并非单纯的心理学意义上的认识过程，其中既包含智力因素，也包含非智力因素。这两种因素互相作用、互相制约、相辅相成，直接影响着学生的学习。这两种因素既在学习过程中发挥作用，又在学习过程中得到发展。物理教师在教学过程中，不仅要调动、培养、发展学生的感觉、知觉、记忆、思维等智力因素，而且要调动、培养、发展学生的情感、意志、个性等非智力因素，以使他们在完成学习任务的过程中，全面和谐地得到发展。

二、大学物理教学过程子过程

大学物理教学过程可分为教师的施教子过程和学生的学习子过程。

1. 教师的施教过程

教师的施教过程可分为若干个阶段，若按时间顺序来分，可分为课前阶段，课堂阶段，课后阶段；若按功能来分，则包括总体设计，实施教授，评价调节等三个阶段。

总体设计阶段，也称为备课阶段。在这一阶段中，教师应为具体实施教学设计好一个方案蓝图。为此，应该做好以下几个环节：①明确教学目标。教师应在学习和钻研教学大纲和教材的基础上，制订出具体和详细的教学目标，对于每一个教学单元，每一节课，甚至每一个演示实验，每一条例题要达到什么目标，要解决什么问题，都要力求具体明确，不得含糊。②深入分析研究。要分析教材的知识结构、教材的重点、难点；研究课堂练习和课后作业；分析学生知识结构现状和心理特点，包括总体情况及个体差异。③确定教学方式和教学方法。如果说前两个环节主要是解决“教什么”的问题，那么这个环节就是解决“怎样教”的问题。要根据教学目标、教学内容、教学对象的具体情况，在教学理论的指导下，充分地发挥教师的创造能力，科学地、具体地选择和确定一套符合实际的最优化的教学方式和教学方法。④设计和拟订教案。教案是教师实施教学活动的具体方案，它将使教师的备课更有条理，更加细微，更符合教和学的实际，为教学实践活动提供行动的依据和准则。

实施教授阶段是把教案具体落实的阶段。这一阶段的主要特点是师生共同参与，教师发挥主导作用，学生发挥主体作用。对于不同的教学形式，教学方法，实施教授阶段的具体过程不尽相同。例如课堂的理论讲授课，可以由通过演示实验获得感性认识，通过分析综合抽象出概念和规律，通过举例、演绎和推理使感性认识上升为理性认识并达到理解，通过练习使理性认识得到印证

和运用等几个环节组成。在施教时，不管具体过程如何，教师都应该努力做到：①激发学生正确的学习动机。这是教学活动赖以推动和维持的必要条件。学习动机是学生自觉主动学习的主观意图，是他们为追求一定的学习目标和知识价值观而产生的自觉期望，是推动学生求知的内部动力。②使学生明确学习目标。只有教与学双方都了解所要达到的思想和专业目标，才有明确的努力方向，才不致使教学活动陷入盲目性。③创造良好的教学气氛。教学过程既是知识信息的传递过程，又是情感的交流过程。只有在良好的教学气氛下，师生的教与学活动才能达到配合默契、“同频共振”的状态，从而取得最佳的教学效果。④注意启发引导学生。教师的施教，不仅是为了向学生传授知识，而且是为了培养和发展学生的智能。因而应该特别注意在学习方法和思维方法方面对学生的启发引导，使学生不仅“学懂学会”，而且使学生“懂学会学”。⑤注意施教过程的调控。这是施教过程得以顺利进行的保证。教师要善于捕捉、收集学生通过各种方式（如眼神、表情、动作等）所提供的反馈信息，及时对施教过程进行调控，提高教学效率，保证教学质量。

评价调节阶段是教师在课后对前两个阶段工作进行总结的阶段。教师从学生的作业、答卷、实验报告以及学生的个别交谈中，分析学生的学习动态，对照教学目标，评价自己的施教效果，以便进一步优化施教总体设计，改进教学的方式方法和措施，提高教学能力。有些教师年复一年地教学，但教学能力提高不快，其中一个重要原因，就是他只关心课堂上的施教，不重视或不善于进行课后的评价总结。

以上三个阶段环环相扣，构成一个又一个的施教过程，各个施教过程又互相衔接，推动着施教活动的持续进行与发展。

2. 学生的学习过程

学生的学习过程，按照认识的发展进程来划分，可分为三个阶段：具体感知阶段，理性思维阶段，评价转化阶段。

具体感知阶段。在这一阶段中，学生主要是通过视觉、听觉

等感觉器官把事物的表象印入大脑中。例如通过观察物理实验获得了对某一物理现象的表象认识,通过教师的板书和语言叙述了解到对某一物理概念、定律的文字表述等。在这一阶段中,学生还未能认识物理现象的本质,未能了解物理概念、定律的确切内涵,只是处于认识的初级阶段。

理性思维阶段。在这一阶段中,学生在教师的启发引导下,对第一个阶段所获得的感性认识进行思维加工,与自己原有认知结构中的有关部分进行比较、调整和组合,然后部分地改组或建立起新的认知结构。这时,学生对所学习的材料就不是停留在模糊的、表面的了解,而是达到清晰的、本质的理解。在这阶段中,要注意排除观察、实验时所得到的假象和非本质因素,排除生活经验中的错误直觉;要注意运用各种行之有效的科学思维方法,对感知的表象进行去伪存真、由表及里、由此及彼的思维加工,达到对事物本质的、理性的认识;要注意运用数学工具,加速思维的进程,努力达到量化的认识。

评价转化阶段。在这一阶段中,学生通过对具体问题的讨论、推演、计算,检查和评价自己对物理现象、概念、规律的认识和理解。消除错误认识和补充遗漏,把认识提高到一个新的、更高的水平。经过一般结论与特殊推论、普通原理与具体问题的反复结合,实现知识的迁移、内化和条理化,并在此基础上发展自己的智能和形成科学的世界观。

§ 1-2 大学物理教学过程的系统论分析

系统论、信息论、控制论统称为“三论”,它们是本世纪四十年代诞生的新兴科学,是多种学科相互交叉、相互渗透而发展起来的综合性横向科学,同时也是具有普遍意义的方法论。“三论”不仅使当代许多科学出现了新的突破,也为许多科学包括教育科学的发展提供了科学方法论的基础。从本节开始,我们将分别用“三论”的观点,对大学物理教学过程作扼要的分析。

一、系统论概述

朴素的系统思想和系统方法,在我国古代已经出现,但作为一门科学,则是以 1945 年美籍奥地利生物学家贝塔朗菲发表的《一般系统论》作为其诞生的主要标志。生物学的研究导致了系统论的创立,物理学的渗透则导致了系统论的深化,而它在军事、科研、生产、工程建设等方面的应用则促进了其迅速发展。

所谓系统,按贝塔朗菲的说法,就是处于一定相互联系中的与环境发生关系的各组成成份的总体。而系统论,简单地说,就是撇开事物的具体属性,把事物看作一个整体,并通过对事物内部以及它和外部的全面的、普遍的联系的研究来考察、分析事物的一种理论。它的主导思想是如何使整体在各部分相互协调中求得最佳的发展,从总体上把握事物的运动和发展规律,所以系统论是研究一切系统的组合模式、作用原理和运动规律的科学。

系统论有如下一些基本观点:

1. 普遍性的观点

系统论认为,世界上万事万物都是作为各种各样的系统而存在的,任何复杂的事物、现象、过程都自成系统,在一定条件下又互成系统。每一事物一旦脱离了某一特定的系统,就必然落入另一个系统,形成新的组合关系。任何系统都是由若干部分、环节、要素组成的统一整体,所以,要构成一个系统,必须包含两个或两个以上的要素,单个要素构不成系统。

2. 整体性的观点

系统论认为,系统是一个有机的整体,不是散沙式的各部分的凑合。构成系统的各个要素不是孤立存在的,整体与要素,要素与要素之间相互联系、相互制约和相互作用,从而使系统具有各个孤立要素所没有的性质和功能。系统的整体功能 E_z , 各孤立要素的功能 E_y , 由于各部分存在一定的联系而产生的结构功能 E_j , 这三者的关系可表示为: