

国家教育部、国家民委规划教材



中学物理 教学论

王力邦 主编



G633.7-43

W34

227

国家教育部、国家民委规划教材

中学物理教学论

主 编 王力邦

副主编 陶·哈斯巴根

参加编写人员

简宇虹 吴学伟 蒋德源

贾国荣 李怀斌 吉日嘎拉



A0929538

广西民族出版社

前 言

本系列教材是国家民委和国家教育部在“九五”期间依据我国民族高等院校的教学需要而组织编写的。

民族高等院校是我国高等教育学校体系中的重要组成部分，由民族学院（大学）和民族地区高等院校两类学校组成。目前我国共设置有 12 所民族学院（大学），在五个自治区及其它民族自治地方设置有普通高等院校 90 余所，其总数约占全国普通高等院校总数的 10%。这些院校大部分地处民族地区，直接为我国的少数民族和民族地区服务，具有鲜明的特色。

教材建设是高等院校各项建设中的一项基础性工作，直接关系到高等院校的办学特色和人才培养质量。为了面向 21 世纪进行教学内容和课程体系改革，更好地体现民族高等院校课程设置的和教学内容的特点，国家民委和国家教育部采取积极措施，有重点地加强了适用于民族高等院校教学需要的非民族类教材建设，即在公共课和专业基础课范围内，有选择地编写一批能够突出民族高等院校办学特色，适应少数民族学生的知识基础和学习特点，对提高学校教学质量起重要作用，并能够使大多数院校共同受益、适应面宽、质量较高的系列教材。

本系列教材力图较好地处理教材内容的低起点与高要求的关系；较好地处理教学内容与各民族学生文化背景的关系；较好地处理教学内容的改革与精益求精、多出精品的关系；较好地处理客观反映学科最新研究成果与循序渐进因材施教的关系等。在这些方面，本系列教材进行了有益的探讨与尝试。

为了能够使本系列教材达到预想效果，有关部门进行了积极工作：1997 年上半年，两委组成调查组对教材编写的有关情况

进行了系统调查，召开调研会 7 次，49 所高校 92 人参加了座谈；1997 年 9 月在武汉召开了本系列教材立项会议，有 43 所高校的代表出席会议，采取无记名投票方式对 24 所院校上报的 297 项选题进行遴选；1997 年 10 月 20 日，国家民委教育司、国家教委民族教育司、高等教育司、师范教育司联合发文，正式公布了首批 13 项 15 本立项教材；1998 年 3 月 30 日在武汉召开本系列教材主编选定会，本着公平、公开、公正原则，通过充分协商和无记名投票方式，对 20 所院校申报的主编进行遴选；1998 年 5 月 13 日至 17 日在宁波大学召开各教材主编会议，对系列教材编写原则进行确定，对编写工作进行了部署；1999 年 3 月 17 日至 18 日在武汉召开了本系列教材编写工作座谈会，对系列教材的最后出版进行协商部署。

为了进一步规范民族高等院校的课程教学，我们在组织编写这套教材过程中，经过充分讨论反复修改，并经专家审定，重新制订了各课程教学大纲。在本系列教材出版发行之际，一并推荐给各高校使用。

中南民族学院和广西民族出版社为本系列教材的编写和出版做了大量的组织协调工作，保证了本系列教材的质量和按期出版。

民族院校和民族地区高等院校
立项规划教材编委会
1999 年 6 月 19 日

第一章 绪 论

中学物理教学论是高等师范院校物理教育专业的一门必修课，也是物理教育专业一门重要的特色课程。本书以党的教育方针为依据，以辩证唯物主义为指导，结合民族地区学生特点，把物理专业知识和教育学、心理学、科学方法论等学科知识以及物理教学中的各种问题有机结合，系统研究中学物理教学过程的基本规律及应用。

第一节 为什么要开设中学物理教学论课

本节剖析中学物理教学系统，简介中学物理教学论的内容和要求，以便我们理解为什么要开设《中学物理教学论》这门课程。

一、中学物理教学系统

如果我们把中学物理教学的构成视为一个系统，系统的要素是：中学物理教学活动中的学生、教师 and 知识（包括教材、大纲、教学参考书等）。

学生，在中学物理教学过程中，是学习的主体，是物理知识信息的接收者，是物理教学目的的体现者，还是检验教师进行物理教育教学的效果的实践表征。作为中学物理教学系统中的一个要素，学生应明确学习物理课程的目的和意义，端正学习态度，对物理教学具有良好的心理准备，积极参与教学过程中的观察与思考，自觉进行学习反馈和控制活动，培养起学习物理知识的积极性和主动性。教师的一切主观努力，只有符合学生各种心理规

律和实际状况，只有充分发挥了学生的主观能动性，才能使学生的知识和能力获得最大限度的发展。

教师，在中学物理教学过程中，处于十分特殊的地位，作为物理知识信息的传播者，可视为学习的媒体；作为物理教育与教学活动的组织者，教师需要获得学生对学习物理知识的信息反馈，依反馈的信息来调整教学内容、教学方法，有时还存在教中有学的问题，因此，教师又成了信息的接收者。一句话：在教与学的双向交流活动中，教师起着十分重要的主导作用，中学物理教学目的能否落实到全体学生，关键在于教师。

作为中学物理教学系统的一个要素——教师，对其要求是高标准。

物理教师，首先是一名教师，然后才是物理教育工作者。要为人师表，就应当忠诚于人民的教育事业，以热爱物理教育工作，甘愿为物理教育做奉献的敬业精神去感染学生。要教书育人，就应当以对学生的尊重、热爱、期望为基础，形成对学生的严格要求和管理；用既看到世界和人类的未来，又不脱离我国国情、历史和具体现实的科学思想去教育学生；就应当努力克服物理教育与教学中遇到的各种困难，认真细致地对待学生中的各种问题，做到循循善诱，诲人不倦；以先进的观念、正确的思想方法、严谨求实的科学态度处理问题，坚持向书本、同行、学生学习，改进和完善本职工作。

另一方面，要完成中学物理教育与教学的任务，教师必须具备扎实的专业知识，它包括：物理学知识、物理学史知识和物理方法论知识；必须具备一定的教育科学知识，它包括教育学、心理学、教育统计与教育哲学等；必须具备比较系统和熟练的并在物理学习中广泛运用的数学知识；必须具备必要的哲学、美学、逻辑学知识。有了这些知识，教师才能够准确无误地发送物理知识信息，在系统中发挥主导调控作用。

知识，这里主要指物理教材（包括物理教科书、习题集、各类物理参考读物、声像资料等），可视为中学物理教学的客体。依据中学物理教学大纲编写和组织的中学物理教科书，把物理学的知识、物理学思想、物理学方法，按照一定的逻辑程序构成一个知识体系和教学体系。它通过自身的结构，指出了中学物理教学的基本程度和要求；通过分布和渗透在其中的观点、方法、要求，启示和指导学生在知识的学习中获得能力发展和其它非智育的教育。对教材内容最起码的要求是：教师可运用教学手段加以表述，学生能够接受、理解，而且还可以采用现代化教学手段对教师的表述进行转换。

分析了中学物理教学系统的三个要素，我们再来看教学系统的运行：

教师通过备课，把教材等知识转化为信息，输入系统，学生从教师那里得到信息，经大脑对信息加工处理，再输出信息，反馈给教师，教师得到反馈信息后，再改进教学。这样，教学中的物理知识就由静态变成了动态，知识变成了信息，使三个要素的匹配关系成为可以即时调整的组合，成为动态的系统。这就是物理教学系统的运行情况。

按照前苏联教育家巴班斯基的教学过程最优化理论，即选择最优的教学方案，以实现教学的最佳效果。确定最优化方案的主导思想是：系统整体效果最佳，整个系统的功能才最佳。

要使教学系统的功能最佳，必须是教师、学生、知识三者的组合最佳。这就涉及到：

1. 各种教学法的最佳结合。
2. 教师主导与学生自觉性的最佳结合。
3. 课堂教学与课外活动的最佳结合。

可见，中学物理教学系统的运行，并非简单的信息传输和接收过程，在以后的章节，我们将从系统科学的角度剖析中学物理

教学过程。

总之，中学物理教学系统是一个多因素的复杂系统，认识其中丰富的内涵，可以帮助我们理解中学物理教学工作的重要性。

二、中学物理教学论的内容和要求

围绕着中学物理教学系统中的学生、教师 and 知识这三要素以及要素之间的联系，中学物理教学过程中的“是什么”、“怎么办”以及“为什么”的问题是很多的。以往的《中学物理教材教法》或《中学物理教学法》多以物理教学过程中教师的工作方式、方法为主要研究对象，是建立在教学经验总结的基础上，以“怎样教”的研究为核心，着重研究物理教学中的具体方法。现在，《中学物理教学论》则以中学物理教学过程为主要研究对象，力求不仅能回答教学过程中“是什么”和“怎么办”的问题，也要揭示中学物理教学过程的基本规律、特点，能回答一些“为什么”的问题，以使学生通过对本课程的学习，能从整体上不仅知其然，也知道一些其所以然。考虑到本教材服务于经济、教育欠发达的民族地区的师范院校，为适应民族地区学生的学习特点，本书在强调优化教学过程的同时，仍把“怎样教”作为重点问题阐述，仍介绍物理教学的一些具体方法。

《中学物理教学论》所包含的内容和要求如下：

首先，从中学物理教学的目的阐述入手，让读者明确中学物理课程的地位、作用；通过对中学物理大纲的剖析，要求读者懂得中学物理教育教学与德育、智育乃至素质培养的关系，进一步从智能领域方面明确中学物理的教学目标。

接着，从教育学、心理学的角度阐明学习的主体——中学生，在物理学习中形成概念、掌握规律的途径，使学习本课程的学生能自觉地去研究和把握中学生学习物理的认知规律，进而在今后的具体教学活动中正确指导中学生学好物理。

对学习的客体——教材内容进行知识结构的剖析，使读者懂得教材分析的基本方法，并通过典型问题及教材的分析处理训练，进而初步掌握这些基本方法。

又通过对中学物理教学原则和教学方法的阐述，要求读者了解中学物理教学的基本原则和基本方法，知道一些教学方法优化组合的规律。

对本课程的主要研究对象——中学物理教学过程，则从系统科学、心理学、现代教育理论等多学科、多角度来阐述，介绍当今较富启发思维和发展认知能力的教学模式，要求读者深刻理解优化教学过程的重要性，能初步运用一定的教学模式来优化教学过程。

为了强调实验在中学物理教学过程中的作用，本书重点阐述了各种物理实验教学的具体要求及实际应用。要求读者通过学习，初步掌握中学物理实验中仪器的识别和使用的正确方法，理解误差分析在实验教学中的应用；通过实验研究训练，学会自己动手创设实验条件，掌握一定的中学物理实验教学规律，提高今后从事中学物理实验教学的能力。

对于在中学物理教学过程中起主导作用的教师，则从备课、教研活动、教学评估到教学技能的阐述，让读者掌握课堂教学设计和教案编写的方法，并能对各种方法进行选择和组合，通过对基本教学技能的训练，能适应民族地区对中学物理教师的需要。

最后通过中学教师教书育人来阐述实习教师的职责，分析中学物理教育实习评价是值得研究的课题，要求读者能在即将开始的物理教育实习中应用本课程所学到的知识和技能。

至于阅读材料，是基于教材涉及一些在有限篇幅、有限学时内无法阐述透彻，也无需在课堂上展开的内容，把它们收编整理成文，以提供读者自学参考，从而开拓自己的视野。

归纳起来，开设《中学物理教学论》课程的目的和要求是：

1. 使学习本课程的学生明确中学物理教学的目的和任务以及《中学物理教学大纲》的基本精神,理解中学物理教学的基本理论,掌握中学物理教学过程的一般规律和方法。

2. 使学习本课程的学生掌握分析和处理中学物理教材的基本方法,并具有一定选择教材、教学模式和教学方法的能力。

3. 培养学生教育创新意识和研究中学物理教学法(包括实验教学法)的能力,以适应 21 世纪民族地区中学物理教学的需要。

4. 培养学生具备辩证唯物主义的教育观,具有良好的师德、高度的责任感,成为民族地区合格的中学物理教师。

鉴于上述分析,我们说:《中学物理教学论》是一门具有特色的民族地区高等师范院校物理教育专业的必修课。

第二节 中学物理教学论的研究方法

正在展开研究并已取得一些成果的中学物理教学论,应当说还有许多东西有待完善,因此,完整地表述它的研究方法还有困难。这里仅就一些对成果有实效的方法作简单介绍。

一、科学实践方法

唯物辩证法认为,一切事物都是发展变化的。要研究中学物理教学过程的发展变化,就必须从教学过程的内部去深入进行考察,从研究教学过程发生的各种现象与其它现象的联系入手,进行实地观察、实验和调查。我们称之为科学实践方法。

1. 科学观察

有目的、有计划地在不加外来因素干扰的情况下,观察中学物理教学过程中各种因素的表现以及它们之间的相互影响。

例如,为总结某一地区或某所中学物理教学上的先进经验,

组织人员深入到该地去听课、录音、录像、摄影等等，并作出评课记录和参加教研组活动的记录，在搜集大量事实材料的基础上，分析归纳出其中的特点，提高到理论上去认识。还有为总结优秀教师的教学经验而采取的追踪观察，包括教师的备课、课堂教学中的监控、与学生的交流等等，均称之科学观察。

由于中学物理教学过程的因素多，综合作用性强，观察的时间短，难以获取明确的结论；观察的面窄，结论难以有代表性；又由于育人过程的长期性，被教育者的能力和非智力因素要显现出教育者的意图也需相当长的时间，因此，科学观察具有时间长、范围广的特点。也因此，物理教学观察的报告必须强调指出具体条件、特征现象和完整的数据。否则，可能会给下一步的逻辑推理带来较大的偏差。

2. 科学调查

科学调查是一种间接的观察方法。它通过各种方式，有目的、有计划地深入了解中学物理教学过程中的实际情况，弄清事实，借以发现问题，其目的是：在分析研究了大量的调查材料的基础上确定取得的成绩，找出经验教训，从中概括出中学物理教学过程的规律性问题。它不受时间、空间的限制，通过访问、座谈和问卷等方式向熟悉研究对象的当事人甚至第三者了解情况；也可以通过搜集书面材料的途径来了解情况。

科学调查一般要经历准备、实施、整理、总结这四个步骤。

调查前，明确调查目的、课题，确定调查范围、对象，草拟调查提纲、计划，这是准备；采取多种手段广泛搜集材料，实事求是地记录材料，这是实施；将调查搜集到的原始材料进行归类、鉴别、核实、系统化和条理化，这是整理；根据调查材料进行理论分析后作出结论，并撰写调查报告，这是总结。

3. 科学实验

科学实验是运用人工控制某些变量，建立实验条件，对中学

物理教学过程进行研究的方法。

物理教学实验也具有周期长的特点，加上不可避免存在多种因素的同时作用，给教育教学实验中人工调控带来的困难比物理实验要大，所以需要注意几点：

(1) 让实验者和参加者协力调控所需因素，减少其它因素的干扰。

(2) 在可能的条件下，增加实验取样。

(3) 对难以有效确定调控程度的因素，则分析该因素影响实验结果的趋势。

二、科学思维方法

中学物理教学论以中学物理学知识、教育学和心理学知识以及中学物理教学法知识为主要基础，以此建立起来的理论属于应用理论。其概念和规律一般不与既定科学的相关概念、规律相矛盾。其中，既有依物理学本身的特征及物理教学的实际特点直接建立的；也有以此为基础，引申、拓展相关学科的概念、规律之后建立的；还有通过赋予相关学科的规律以物理学和物理教学的特殊性后，使其拥有新意而建立的。而建立概念和总结规律都要科学思维。

在实际活动中，人们通常不是单独运用某一思维方式。例如，学生在做物理实验时，一边进行着实际操作（动作思维），一边运用着具体形象（形象思维）和有关的理论知识进行推理、判断，得出结论，并分析这些结论（逻辑思维），以不断改正自己操作中的错误，直至实验完成。有时还要通过实验现象的正反两个方面和其内外联系来思考（辩证思维），进而对实验作出评价。由于中学物理教学过程是师生间的双向交流过程，其思维的方式及过程要比上例复杂得多。

对中学物理教学过程的研究，不论是深入实地进行观察、调

查、实验，还是将以往学校和教师个人的中学物理教育与教学经验搜集起来，最后都需要对获得的资料进行比较、分析、综合、抽象与概括，从而上升成科学理论，以便回过头去指导今后的中学物理教学实践，这就是科学思维方法。

研究中学物理教学过程，运用科学思维方法时，应注意到这样一个事实：物理理论、物理观察、物理实验自身的性质不随教师、教材编写者、时间及地点的不同而改变；而教师在物理教学中积累起来的物理教育与教学经验则可能因人而异。一时一地成功的实践经验，需要进一步检验其是否符合物理教学的客观规律。因此，在科学思维中要注意物理知识的客观属性以及物理教学的客观特征，这样，既有助于人们在实践中更有效地发挥主观能动性，也容易比较高效率地获得适用范围较广的教育教学实践经验。

总之，中学物理教学论是物理教育科学领域内正在兴起和形成中的一门分支学科。它是以物理学、教育学、心理学、物理教学法理论为主要基础，吸收系统科学和现代教育理论的知识建立起来的一门边缘学科。它来源于中学物理教学的实践，又对中学物理教学实践具有一定的指导作用。

思考题

1. 你如何理解中学物理教学系统？如何理解该系统中教师这一要素的作用？
2. 中学物理教学论的主要研究对象是什么？你如何理解“优化教学过程”？
3. 无论是科学实践还是科学思维，都应以唯物辩证思想为指导，对这一点，谈谈你学习本章的体会。

阅读材料:

物理学研究方法简介

物理学家们在进行物理学研究时,通常采用:首先通过观察与实验认识研究对象的主要特征;接着凭借理性思维提出假说,设法建立理想模型,运用数学语言对假说进行定量描述;最后用实验对定量描述的内容加以检验和修正,使假说成为科学结论,从而完成物理理论建立的第一个“循环”。随着研究的深入,可能会出现一些理论解释不了的新问题,需要采用更先进的观察实验手段、数学手段或其它手段进入下一个层次的循环,以达到认识的深入和理论的更趋合理和完善。

我们不妨依观察与实验、模拟与科学抽象、逻辑与非逻辑方法、假说与理论、物理学方法的发展等顺序逐一简介物理学研究方法。

一、观察与实验

人们有目的有计划地对物理对象在自然发生的条件下利用自己的眼、耳、鼻、舌、身等感官去直接感知对象,或者利用科学仪器、手段去间接感知对象,都称之为观察。由于是在自然发生的条件下进行的考察,观察不具有变革或控制研究对象的主动性。这是它不及实验方法的地方。另一方面,实验中又必须同时使用观察方法,才能获得各种科学事实。而对一些人们无法或暂时无法变革和控制的领域,如天体运行、地壳变迁等,只能采用观察方法。物理研究中,必须坚持观察的客观性原则,即一切从实际出发,采取实事求是的态度,努力避免观察中出现主观偏见和谬误。同时,要坚持观察的全面性原则,即从各个角度、各个方面去考察事物的全体,努力避免下结论时的片面性。总之,通过全面而客观的观察,可以知觉物理现象区别于其它现象的特殊性,知觉物理现象的发生、发展的条件和特点。观察中伴随着初步的思考,帮助从表面无关的一些现象中发现一些共同点或相似点,以及它们的因果关系。人们根据研究的目的,利用各种仪器或手段,人为地控制或模拟物理现象,在人为创设的、能排除各种干扰、突出主要因素的条件下去研究物理现象的方法称之为实验。作为在人的理性指导下的一种感性活动,实验有如下特点:

1. 可以纯化研究对象

一些物理研究对象,往往具有多种多样的功能和属性,它们彼此紧密

相连；同时，研究对象又与周围环境互相作用、互相影响。如果让其在自然发生的条件下对其进行观察，难以揭示其本质规律。而通过特制的仪器设备，让其在特殊环境内，依研究的目的、计划，能突出某些主要因素，排除各种次要的、偶然的因素干扰，使人们需要研究的某些功能或属性得以在简化的、纯粹的形态下暴露出来，从而准确地认识它们。

2. 可以强化研究对象

由于许多事物的本质及其运动规律，要在非常特殊的条件下才能暴露出来而为人们所认识，但这样的条件，在自然状态中却难以控制，或生产过程中难以实现，只有通过实验手段去创设这非常特殊的条件，使研究对象被强化，从而导致新发现。如超低温下发现水银的超导现象；回旋加速器获得高能高速的中子，让它去轰击别的原子核，以实现人造新元素等等。

3. 物理研究的实验要求周密思考、精心设计

物理研究的实验的全过程大体可分为：实验课题的选择、实验的设计和实验、对实验数据的处理分析和从中引出结论、对实验成果的鉴定等阶段。其中，周密思考和精心设计，是实验成功与否的关键。对实验对象，哪些方面需要纯化？哪些方面需要强化？采取什么样的装置和什么样的实验步骤？要达到什么样的目的？如何处理和分析实验数据？这一系列问题不经深思熟虑是不行的。物理学家们常借助数学统计方法，把原先的简单对比设计发展到复杂因素的析因设计，引入多种误差理论帮助分析，从而选择出最佳的实验方案，实现实验设计的最优化。

4. 重复实验以验证新发现

由于实验过程复杂，又受到实验设备、测量精度等方面的限制，对复杂物理研究对象的判断往往需要进行长期的反复实验才能作出。这是因为实验作为一种探索性活动，难以避免遭受多次失败才能获得成功。另一方面，任何实验中的新发现，都必须能够被其他人的重复实验所证实，才能得到公认，才称得上真正的新发现。由于实验比具体的生产过程来，规模小，周期短，花钱少，便于重复进行。利用这一优点，还可以使研究成果，先重复最初的实验程序，逐步扩大规模，寻求经济实用的方法，转移到工厂化生产中去。

概言之，观察与实验，是了解物理现象、测量有关数据、获取感性知识的源泉，是建立、发展和检验物理理论的基础。

二、模拟与科学抽象

根据物理研究对象——原型的本质和特征，人为地建立或选择一种与原型相似的模型，然后在模型上进行实验研究，并将实验的结果类推到原型中去，从而达到认识对象的目的的一种方法称之为模拟。物理学中，常有一些研究对象很难或者简直不可能对它进行直接的实验研究，例如：有的时过境迁（如天体演化）或者尚未出现（如预期要建立的巨大工程）而无法现场进行考察；有的由于空间范围大（如地球上空数千米的大气层运动）或延续时间特别长而难于直接观察与实验的，借助模拟，可以克服上述时空上的限制。还有一些研究对象，由于本身的特点，不宜进行直接的实验研究，如对电力系统的短路、振荡、失重的直接试验，不但浪费，而且会造成危险。这类问题，只能通过模拟实验来解决。另外，一些物理对象并非不能进行直接的实验，但运用模拟方法，通过选择或建立合适的时间、空间比例的模型，在实验室里加以反复研究，可使研究工作达到加快速度、减少花费、提高质量的目的。

如果说，模拟虽然有别于观察与实验，但它仍然属于获取感性知识的实践活动，那么，科学抽象就是明显的理性思维。人们透过事物的各种现象，运用理性思维，舍弃个别的、非本质的内容，抽出共同的、本质的内容，这种方法称科学抽象。物理学中广泛运用科学抽象，其中，理想模型法和理想实验法在建立物理学理论中经常出现。

由于物理学的研究对象总是受多种因素所制约，这些因素有主次之分。若要把所有的因素都考虑进去，将使问题变得相当复杂，所以抓其中主要的因素，忽略其中次要因素，建立起比实际情况简单却又非常接近实际的模型来，这就是理想模型法。物理学中，质点、刚体、理想气体、点电荷、点光源、薄透镜、光滑表面、单摆、封闭系统等等，都属于理想模型。其共同的特点是：一些次要的、非本质的属性被舍弃了，共同的、主要的、本质的属性被抽出来引导到某种极限情况，从而起到化繁为简的作用。理想模型要通过理性思维，绝不允许凭空臆造，也不允许不顾其适用条件而到处乱用。在思维中运用理想模型，设想其在理想条件下的运动过程，进而作出推理判断的方法称理想实验法。例如，伽利略设想的光滑小球从光滑斜面上滚下，再在光滑平面上运动的实验，就是运用了理想实验法来批驳“力是使物体运动的原因”的错误观念的。设计理想实验要以真实的科

学实验为基础,设想与真实实验相似的实验物、实验条件和实验过程,而且推理要严密,经得起推敲。理想模型法和理想实验法都属于物理抽象,而将抽象后的概念、模型、结构、过程加以数学描述,用数学语言将其定量化,为进一步进行数学推导和计算的逻辑推理打下基础,最后导出新的物理概念及规律,这是数学抽象。无论是物理抽象还是数学抽象,在物理学研究中运用最广,也最有成效,是一种最重要的研究方法。

三、逻辑与非逻辑方法

根据逻辑学的规则处理问题的方法称逻辑方法。从物理学的发展及整个内容体系看,理论的主体运用是形式逻辑,但也渗透了不少辩证逻辑的思想。物理学中的形式逻辑,主要包括:概念、判断、分析与综合、归纳与演绎、类比等等。概念是用事物的本质属性来代表事物,是反映事物本质属性的一种思维。例如,初中物理中力的定义是:物体对物体的作用。这个定义中,前一个“物体”是施力者,后一个“物体”是受力者,而力是一种“作用”,它隐含着“受力体可能因此发生形变或运动状态的改变”,从而揭示了力这个概念的内涵。判断又分比较和分类。确定对象之间的共同点和差异点的逻辑判断称比较。它可以对事物进行定性鉴别和定量分析,物理学中常在长度、质量、时间、温度等物理量的测量中运用比较方法。根据物理对象间的共同点将它们归为较大的类,根据差异点将它们划分为较小的类,从而将它们区分为具有一定从属关系的不同等级层次的系统,这种逻辑判断称分类。依事物外部特征或外部联系而进行的分类称现象分类,如物理学中固体、液体、气体的分类。依事物的本质特征或内部联系而进行的分类称本质分类,如物理学中单晶、多晶、非晶体材料的分法就属于本质分类。

揭示物理研究对象个别和一般、现象和本质的内在联系的思维方法是分析和综合。把认识对象的整体分解为各个部分(或方面、层次、因素等),并逐一进行考察,从中认识事物的基础或本质的逻辑思维称分析。而把认识对象的各个部分(或方面、层次、因素等)联结并统一起来进行考察,以达到从总体上认识事物的本质规律的逻辑思维称综合。例如,从某物理对象中抽取任一小部分,分析这个小单元相关的各物理量的相互关系及其运动规律,建立描述其过程的函数关系或微分方程,里边既有判定研究对象是否具有某种成分或某方面属性的定性分析,又有判定研究对象各