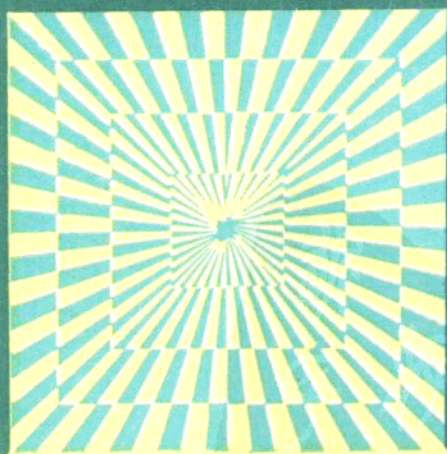


物理学思维 与中学物理解题方法

黄秋楠 宋爽 李春隆 主编



吉林科学技术出版社

物理学思维 与 中学物理解题方法

黄秋楠 宋爽 李春隆 主编

吉林科学技术出版社

【吉】新登字03号

物理学思维与中学物理解题方法 黄秋楠 宋爽 李春隆 主编

责任编辑：李洪德

封面设计：杨玉中

出版 体 科学技术出版社 787×1092毫米32开本 8.375印张
发行 182,000字

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数：1—8 140册 定价：4.50元

印刷 长春市第四印刷厂 ISBN 7-5384-1189-5/O·54

前言

许多大、中学生和青年朋友与我们讲：物理难学，解答物理习题就更难。甚至说：学习几年物理了，也没“物”出个“理”来；习题也练习千八百道了，还是没有“练”就出个“道”来。

这些话乍听起来似乎是个笑谈；听久了，觉得是老生常谈；听多了，倒觉得确实应该与这些学生和青年朋友们交谈交谈。

凡做事情感到困难，多半是由于没有找到办这件事的门道，或者说办事不得法。研究和学习物理学，包括解答物理习题，自然也有一个方法问题。所谓得法不得法，即指是否真正掌握了这种方法并会灵活运用。

“方法”一词起源于希腊语，意思是沿着正确的道路前进。也有人把方法定义为“研究或认识的途径、理论或学说”。做为学生而言，在学习物理这门科学时，熟悉和掌握认识这门科学的途径是首要的任务。也就是说，要首先熟悉学习物理和解答物理习题的方法。从某种意义上说，掌握这种认识的途径和方法，并不比掌握某些知识更少用处。拉普拉斯在评价牛顿的工作时说道：“认识一位天才的研究方法，对于科学的进步，……并不比发现本身更少用处。科学研究的方法经常是极富兴趣的部分。”

我们已经有了—部物理学发展史，当然也相应的有了一部物理学的思想史和方法史。回顾物理学的发展历程，

我们不难意识到，凡在物理学上出现某些重大突破，无不与当时物理学家们的思想观念和研究方法的重大突破紧密相关。所以，人们也越来越重视物理学思维和物理学方法论的研究。就物理教学而言，人们已经开始纠正那种只重知识讲授，轻视学生能力培养，忽视物理学方法论教育的倾向，正着眼于引导学生掌握知识的同时，致力于发展他们的智力，启迪他们的思维，培养和训练创造性思维，提高他们灵活运用所学知识去分析问题和解决问题的能力。这无疑与我们写这本书的初衷一拍即合，产生强烈的共鸣。

物理学的研究和认识方法在内容上是极其丰富的，解答物理习题的方法更是多种多样的。但是，它们都源于物理学的思维方法。思维方法是一切方法的核心内容，只有熟悉并能灵活运用物理学思维方法，才能深刻理解物理概念和认识物理规律，也才能够获得解答物理习题的正确思路和基本方法。

正是基于这种认识，我们觉得脱离物理学思维方法去谈如何学习物理学，如何去解答物理习题往往都是舍本求末，未能抓住问题的本质。于是，我们力图以物理学的思维方法为指导，去寻求物理习题的解题方法。将思维方法，解题方法和解题技巧有机地融合在一起，成为本书的基本思想框架。正因为如此，书中介绍的许多解题方法构思新颖、独特；形式灵活巧妙；寓科学性、技巧性和趣味性于其中。一些方法是作者多年从事中学物理教学实践经验的总结和升华，理论与实际的统一是我们追求的目标之一。

作为一种试尝，我们在吉林省教育学院举办的“中学物理骨干教师研修班”开设了《物理学思维与中学物理解题方法》这门课程，曾得到了全体学员的协助、支持和欢迎，并

对课程内容提出了很多宝贵的意见。借此机会，对该班的全体学员表示感谢。

本书是在该课程《讲义》的基础上，参阅国内外有关资料，结合中学物理教学内容和习题辅导的实际，并吸收了部分中学师生的颇有见地的建议后编写而成的。本书做为与广大师生和青年朋友们“交谈”的内容，如果大家学习物理和解答物理习题等方面有所补益，我们将感到十分宽慰。

本书由黄秋楠、宋爽、李春隆主编。前言、第一章、第二章由黄秋楠、宋爽编写；第三章由李春隆、黄秋楠编写；第四章、练习提示与答案、后记由李春隆编写。全书的题图由宋爽绘制。全书由黄秋楠统稿与审定。

参加本书编写的还有：尤志浩、闫金钹、吴书良、刘恒弟。

本书可作为中学物理教师继续教育和高等师范院校物理专业开设相应课程的教材和参考书，也可供广大中学物理教师、物理教学研究人员、大学和中学生以及物理爱好者阅读参考。

由于水平所限，书中难免有许多缺点和错误，诚请读者批评指正。

编 者

1992年12月

目 录

前言	(1)
第一部分 物理学研究与解题的思维方法	(1)
第一章 逻辑思维与逻辑思维方法	(4)
§ 1.1 概述	(5)
§ 1.2 归纳法和演绎法	(8)
§ 1.3 分析法和综合法	(22)
§ 1.4 类比方法	(28)
§ 1.5 科学想象及理想化方法	(33)
第二章 物理学中的创造性思维	(42)
§ 2.1 概述	(42)
§ 2.2 物理学中的直觉思维与直觉方法	(46)
§ 2.3 发散性思维及其培养和训练	(55)
第二部分 中学物理解题方法选论	(62)
第三章 中学物理解题的基本方法	(63)
§ 3.1 审题立意	(63)
§ 3.2 物体的受力分析	(86)
§ 3.3 两种基本关系	(100)
§ 3.4 建立物理模型	(113)
§ 3.5 注意结果的物理意义	(125)
第四章 解题技巧选讲	(134)
§ 4.1 利用逆向思维解题	(134)

§ 4.2 利用物理图象解题	(146)
§ 4.3 等效变换	(158)
§ 4.4 巧用平行四边形法则	(170)
§ 4.5 求物理极值的几种方法	(177)
§ 4.6 利用临界条件解题	(187)
§ 4.7 正交分解法	(195)
§ 4.8 提倡一题多解	(203)
练习题提示与答案	(211)
主要参考文献	(258)
后记	(259)

第一部分 物理学研究与解 题的思维方法

物理学是研究自然界中最普遍的现象及其运动规律的一门科学。它与其他自然科学知识以及由人类创造出来的灿烂文化和高度文明一样，来源于人类的社会实践。也随着人类社会生产不断发展，科学技术的日益进步，社会制度的变革与科学教育的普及提高而不断发展着。

随着物理学的发展，人们研究物理学的方法也在发展。相应地，人类研究物理学的思维方法也在不断地发展着，从低层次到高层次，从单一的方法到日益复杂的方法，从逻辑思维方法、形象思维方法到综合性、创造性的思维方法。

物理学发展的历史表明，许多物理定律的发现，理论体系的建立常常是物理学家在思维方法上获得一定突破的结果。例如，伽利略之所以能够发现落体运动定律和惯性定律，这与他系统地运用实验的方法和科学想象的思维方法密切相关的。德布罗意提出物质波的概念和薛定谔波动力学的建立，都和类比的思维方法相关联。麦克斯韦电磁场理论的建立，与他的直觉模型方法和数学思维方法的结合分不开的。爱因斯坦能够创立相对论理论，得力于他的理想化的思维方法与闵柯夫斯基空间几何、黎曼几何等空间直觉思维方法的有机结合，是其运用创造性思维方法的硕果。

物理学研究方法连同其思维方法和物理学的理论一

样，美妙而丰富多彩。

我们学习物理学，不仅仅是为了掌握物理知识，精通前人已经总结出来的经验和理论，而且很重要的一个方面是学会运用物理学的研究方法，尤其是思维方法。

在学习物理知识的过程中，常常要伴之以大量物理习题的练习，其目的和意义是多方面的。通过解题，可以使學生进一步巩固和加深对所学的物理概念、定律及其公式的理解，可以锻炼和培养学生应用理论解决实际问题的能力。在解题过程中，学生会寻找各种解题途径和应用各种解题方法以克服解题中所遇到的一切困难。因此，解题过程也是学生进行独立思考，很好地进行逻辑思维、形象思维和创造性思维的过程。可以说，解题训练是发展学生智力，培养、提高学生思维能力和创造力的重要步骤、手段和途径。

从心理学的角度看，解题过程同科学研究一样，是一个严密的思维过程。凡正确地解答了一道物理习题，除表明解题者在理解和掌握物理概念和物理规律的基础上，恰当地运用了某种解题方法外，而尤为重要的是，说明其头脑中首先经历了严密的判断、推理、分析、综合、想象等一系列的思维过程。这个过程就是人们常说的寻找解题“思路”的过程。我们知道，“思维的基本过程就是分析和综合。分析就是在头脑中把事物的整体分解为部分或者把整体的个别特征方面分解出来。……综合就是在头脑中把事物的各部分联合起来。或者把事物的特征方面结合起来。”^①在解答物理习题的过程中，我们的思维和语言、文字、符号、图形以及各种实物表象建立起密切的联系，在此基础上对问题进行分析

① 伍棠棣等主编《心理学》 人民教育出版社 1984年版 第98页

和综合，找到问题给予的条件与问题所求的矛盾，在头脑中映现出所思考的问题表现出来的各种物理现象、物理过程及将得到的可能结果。也就是说在头脑中建立起清晰的物理图景，然后寻求如何运用已知的概念、规律和方法解释物理现象，描述物理过程，论证可能发生的结果，从而使问题的矛盾得到解决，找到解题的思路。所以说，在物理问题解答之前，解题的思路和物理图景首先应该是明确和清晰的。

马克思在《资本论》中写道：“蜜蜂建筑蜂房的本领使人间许多建筑师感到惭愧。但是、最蹩脚的建筑师从一开始就比最灵巧的蜜蜂高明的地方，是他在用蜂蜡建筑蜂房以前，已经在自己的头脑中把它建成了。劳动过程结束时得到的结果，在这个过程开始时就已经在劳动者的表象中存在着，即已经观念地存在着。”^①

在解答问题的开始，通过思维而得到的解题“思路”已存在于我们的头脑中，从这个意义上说，善于寻找解题思路，科学地运用各种思维方法较之掌握解题方法更为重要。因此，在介绍物理解题方法之前，先介绍一下解题过程中常用的几种思维方法不是没有益处的。

就自然科学一般方法的研究来说，思维方法是科学研究的一般方法的重要组成部分。随着现代科学的发展，人们对于科学方法的研究日益重视，同时，人们也注意到科学的思维方法在科学研究中所起到的巨大作用。所以，有关思维科学的研究也在不断发展着，人们都在力图用比较完善的思维方法去研究和思考问题，因此，从科学方法论的角度而言，思维方法往往起着先导和指南的作用。

^① 《马克思恩格斯全集》第二十三卷，人民出版社 1972年版，第202页

就物理学发展的历史及本身的特征来看，我们可以把物理学研究的一般方法基本上分为三种类型，一类是操作方法，是指物理学研究者大量的形体活动和动作行为的方面，如观察、实验方法等等；二是思维方法，是指各种方式的思维活动，如各种逻辑方法；三是理论结构方法，也就是在创立理论体系，总结理论成果时对前两种方法的综合。

在历史上，人们对形式逻辑比较早的予以重视和研究，所以，形式逻辑学是一门发展比较成熟的思维科学门类。而形式逻辑学对物理学的产生和发展起到了重要的作用，人们在谈到物理学的思维方法时，不可能、也不允许忽略逻辑思维方法的作用。

因此，我们在谈到物理学的思维方法和物理解题方法时，说得比较多的和首先应该谈起的是逻辑思维方法。

第一章 逻辑思维与逻辑思维方法

“一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维。”

——恩格斯^①

^① 恩格斯：《自然辩证法》人民出版社 1971年 第29页

§1.1 概 述

一、逻辑思维与形象思维

逻辑思维又称为理论思维。逻辑，主要是指思维的规律。思维的逻辑性，就是指思维过程中有一定的形式，方法，是按着一定的规律进行着的。

思维的逻辑性，来自客观现实变化的规律性，它反映出思维是一种抽象的理论认识。

物理学的思维方法就是对观察和实验中获得的感性材料进行加工，产生概念并进一步运用概念构成判断、推理，总结出规律和形成理论。这其中包括逻辑思维方法和形象思维方法。

人类历史上对思维方式的研究，主要以逻辑思维、形象思维为基本的思维方式。

逻辑思维，一些人也把它称作为抽象思维，这是一种用理论来思考和表述的思维活动。它的主要思维手段是概念、公式、原则等逻辑的东西，它的认识特点是一般概括个别，舍弃具体形态，思维过程主要表现为判断、推理、论证。

形象思维，是多年来美学界、文艺理论界和哲学界争论的课题，很难说现在已经在这方面取得了完全一致的意见。但是，把形象思维作为与逻辑思维不同的人类的思维方式，这种意见还是为绝大多数人所接受的。如果说逻辑思维是在思维过程中主要借助于抽象概念的话，那么形象思维则是在思维过程中主要伴随着具体形象或映象。所以简单说来，形象思维就是凭借形象的思维，这是一种用形象来思考

和表述的思维活动，它的主要思维手段是图形、音响、典型等形象材料，它的认识特点是以个别表现一般，始终保留着事物的直观性，要求鲜明生动，思维过程主要表现为比较、联想、想象。

逻辑思维和形象思维都是人类思维反映客观事物能动性的表现。没有能动性，形象思维固然不能产生，逻辑思维也不能进行。这是任何人都具有的两种思维方式，并不是科学家只有逻辑思维而没有形象思维，文学家只有形象思维而没有逻辑思维。当然，在科学家那里逻辑思维是主要的，在文学家那里形象思维是主要的，逻辑思维是运用概念进行的思维活动，思维成果主要表现为概念的逻辑体系，形象思维的思维成果主要表现为形象的活动体系。但两者既对立又统一，两者不仅存在区别的一面，还存在彼此渗透和转化的一面。既不存在完全没有逻辑思维的形象思维，也不存在完全没有形象思维的逻辑思维。

由此可见，两种思维方式并非是毫无联系的，截然分开的。在人们对物理学的认识中，虽然逻辑思维方式起着主导的作用，但形象思维方式也是不可缺少的。在解答物理习题过程中，我们常常要先画出简图和示意图，以及把物理问题抽象为理想模型或数学模型，以帮助我们去思考问题，这实质上就是我们自觉不自觉地把逻辑思维和形象思维有机的结合起来去分析问题和解决问题。

在物理学认识中，形象思维的过程往往也是进行理想实验的过程。爱因斯坦16岁时设想：“假使某人能以光速运动，将出现什么结果？”他的这一“设想”后来成为他建立狭义相对论理论的第一个理想实验，成为形象思维在物理学和科学认识中巧妙运用的典范。当然，形象思维必须与逻辑

思维相结合，理想实验总是要以现实中物理经验为基础的。

就现代物理学发展的特点讲，人们是力求对研究对象做多方面的整体性的概括，大量运用的还是逻辑思维和逻辑思维方法。但由于研究的对象越抽象、概括，就越要求助于形象思维，以便借助形象来打开思路。所以，我们在谈到物理学的逻辑思维及其思维方法时，总是不可避免地联系到形象思维及其思维方法。

二、逻辑思维方法和形象思维方法

不论是逻辑思维还是形象思维，其思维活动以及思维过程都是通过某些途径和形式来体现的，体现的途径和形式不同，而表现出不同的思维方法。

思维方法是多种多样的。逻辑思维方法，又简称为逻辑方法，其中包括：归纳法、演绎法、类比法、分析法、综合法等等。形象思维可以通过形象类比、联想、想象等方法来表现。

这些方法，在科学研究中，物理学的发展，物理规律的发现和理论的建立过程中都起到了不可估量的作用。当然，它们的作用在物理解题方法中都会有具体的体现。我们在以下几节中首先介绍它们的一般概念、基本含义和在物理学发展史上予以运用的典型事例，以及如何将它们与中学物理教学，尤其是与中学物理解题相结合，目的是使大家对这些思维方法有一个一般性的了解并会灵活运用。

应当指出的是，随着对科学方法研究的日益深入，科学方法理论不断发展，尤其是迫于培养和造就开拓型人材的急需，在教育和教学中，人们已经不满足于对学生仅进行传统的思维方法的训练，着眼于使学生努力探索未知事物，鼓励

他们大胆地去追求事物间的新关系，寻找问题的新答案，并力求用类比、想象等方法迅速机敏地创造性地去思考问题和解答问题，又相继提出直觉思维，逆向思维、发散思维等新的思维形式和方法，称为创造型思维。旨在使学生的思维活动在深度、广度和多维化方面予以延拓，这对培养四化建设人才无疑是极为重要的。对上述提法的理论意义和价值，我们不作过于宽泛的理解，只是将它们在物理解题中的方法论意义在第二章给予必要的介绍。

思考题

1. 人类思维可分为哪两种基本方式？它们的思维手段和认识特点各是什么？
2. 如何理解逻辑思维与形象思维的关系？谈一下你在教学和学习中的体会。

§1.2 归纳法和演绎法

一、什么是归纳法

归纳和演绎是人类思维活动中两种相反相成的思维方法，也是两种推理形式。

归纳是从特殊事实中概括出一般原理，一般规律的推理形式和思维方法。它从个别的，单一事物的性质、特点和关系中概括出一类事物的性质，特点和关系。并且由不太深刻的一般到更为深刻的一般，这是归纳思维方法的深刻性；也可以由范围不太大的类归纳到范围更为广大的类，这是归纳思维方法的广泛性。

归纳的逻辑关系由三部分组成，即前提、中项和结论。

前提反映了个别事物的特征和属性，结论反映有关一类事物的共同特征和属性，中项则是由前提向结论的过渡。

例如，由实验可知，光子具有波粒二象性，电子具有波粒二象性，光子和电子都是微观粒子，所以，微观粒子都具有波粒二象性。在上面的归纳推理中，前两个判断是前提，第三个判断是中项，最后一个判断就是结论。

物理学史表明，很多自然科学的定律、公式、原理的产生都与归纳方法有关。著名的电和磁相互作用的法拉第定律的发现就是一个典型的例子。

19世纪30年代初，法拉第在总结安培、沃拉斯通等人关于电磁现象的研究成果，尤其是奥斯特发现电的磁效应之后，开始了“磁产生电”的研究。他进行了大量的实验，“最后法拉第在1831年11月24日写了一篇文章，向英国皇家学会报告了实验结果，并把产生感应现象的条件概括如下：（1）变化的电流；（2）变化的磁场；（3）运动的稳恒电流；（4）运动的磁铁；（5）在磁场中运动的导体”。“法拉第在上述产生感生电流的5种方式的基础上，进一步找到了引起感生现象发生的一个基本条件，就是第二次电路——B线圈中磁力线数量的变化。这个结论被称为法拉第电磁感应定律。”^①

二、归纳方法在中学物理教学和解题中的应用

归纳推理不仅在科学研究中起着十分重要的作用，而且在物理学教学及解题中也有广泛的应用。

长期以来，由于种种原因，特别是历史上曾受前苏联教

^① 谢邦同主编《世界经典物理学简史》 辽宁教育出版社 1988年版，第144页。