

未 奇 吴大江 著
傅安安 袁荣民

物理问题 分析方法

江西教育出版社



责任编辑：唐晓梅

封面设计：涂继愉

统一书号：7424·132
定 价：1.08 元

282/4

分析 方法 物理问题

未 奇 吴大江 著
傅安安 袁荣民

江西教育出版社

一九八六年·南昌

物 理 问 题 分 析 方 法

未 奇 吴大江 著

傅安安 袁荣民

江西教育出版社出版

(南昌市新魏路)

江西省新华书店发行 江西印刷公司印刷

开本 787×1092 1/32 印张8 字数17万

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数1—28,600

统一书号: 7424·132 定价: 1.06元

内 容 简 介

本书以自然辩证法为指导，着眼于培养思维能力和发展智力。全书共介绍了三十几种分析物理问题的通用法则，分为十二章：引论、推理法、归谬法、分析综合法、辩证思维方法、特殊中途点法、对称性法、叠加原理法、模型法、虚设法、相异相似法和物理学发展史上辩证思维实例。每种方法都通过例题说明，有的还附有练习题并给出答案，供读者实习之。

本书题材新颖、哲理深刻、叙述生动、方法明晰，可作为综合性大学、师范学院、职工大学、电视大学以及各类大专、中等专科学校的学生的物理学参考书。对物理学工作者、物理教师、人工智能爱好者、计算机研究者和哲学工作者都有很好的参考价值。

代 序

翻开物理学发展史的篇章，展现在我们眼前的乃是一幅大千世界离奇变幻的物质运动的壮丽画面，也是一部开拓者们运用唯物辩证的法宝，能动地指导科学实验，取得辉煌成就的雄伟史诗。

正是由于物理学所研究的是物质运动的最基本最普遍的形式，因而物理学所研究的规律具有极大的普遍性。不仅如此，物理学上的每一个重大发现，都雄辩地证明了辩证唯物论的正确性和科学性；而且，物理学上的发现所提供的研究方法，更是科学思维的结晶，人类智慧的瑰宝，它极大地丰富了方法论宝库。所以，很自然地，物理学几乎成为一切自然科学的基础，成为当代科学技术和工程的重大支柱。未来的科学技术，必将从现代物理学这片广阔肥沃的科学土壤中，汲取营养，结出硕果。

现在的问题乃在于：我们该如何积极地引导青年们学好物理学，掌握好这门极有价值的科学呢？该如何加强基础、培养能力、正确地处理好传授知识与培养能力的关系呢？这正是当前教育改革中改革教育思想和教学方法的重要内容。

要培养出大量的适应祖国四化建设需要的新型人才，就必须要从陈腐的传统教育思想的束缚中解放出来，改变僵硬的教学方法，以利于人才的培养和成长。而要实现教育思想以及思维方式的转变，则必须首先明确要在辩证唯物主义和历史唯物主义的思想指导下，按照理论联系实际的原则，去

改革那种封闭的教育思想和教学方法。自然，传统的教育思想、内容和方法，对现代新型人才的培养而言，其弊端甚多，亟待革除；但如果一说到要有现代的教育思想，就认为凡传统的都是陈腐的、过时的、无用的，本人难能苟同，此乃失之偏颇，误入极端，实不可取也。

“授人以鱼，只供一饭之需；教人以渔，则终身受用无穷”，我们应该努力地帮助青年们树立辩证唯物主义世界观，掌握科学的思维方法。而只有在这正确的思想指导和方法指导之下，才能更加深刻地理解物理规律的意义，正确地掌握物理学研究方法，使之既有牢固的基础，又具有独立思考的能力，并能灵活运用所获得的物理学知识去分析和解决实际问题的能力，以及探求和发展新知识的能力。

《物理问题分析方法》的作者们，正是遵循着这一正确的思想指导和方法指导，在多年的教学实践中进行了不懈的可贵的探索，孕育成果，显示出该书所具有的自己的鲜明特色。

——以辩证唯物论为指导，把基础知识的传授和方法论的研究有机地结合起来，遵循客观的思维规律，贯串着自然辩证法原理，着重于方法的研讨与介绍，着眼于思维能力的培养和提高。

——从实际的物理问题出发，经典型分析、归纳总结，获得普遍实用的分析与研究方法，再推广应用于一般，使之熟悉和掌握求解物理问题的基本规律和通用之法，达到巩固基础、培养能力的目的。

虽然物理问题的分析方法，远不止该书所归纳介绍的十大大方法，但著作者们细心地选择典型例题，对智力测验和著

名难题进行深入浅出的推理分析，采用启发性的生动活泼的文笔，系统地科学地介绍一般通用之法，读后令人得益，余味犹存。在我看来，这又是本书——物理学学习和教学参考书的值得称道的特点。

值《物理问题分析方法》一书的出版之际，我们希望它将不但有助于广大青年学生的学习和科学研究，而且能引起物理学工作者的广泛兴趣，共同探讨如何继承人类认识自然和改造自然的丰硕成果与优秀传统，发展具有我国特色的物理教育。

李 湘 如

一九八五年十一月于南昌

前 言

《物理问题分析方法》一书是在“教育要面向现代化，面向世界，面向未来”的新的形势下诞生的一本物理学学习参考书，也是一本物理学教学参考书。在人们对习题解答一类书籍感到疲倦，非常迫切地希望获得一本有关方法论之类的书籍之际，《物理问题分析方法》一书应运而生。

近年来，国内外对人工智能研究进展很快。人工智能的研究对象是各种智慧性问题的形式解法，目的是让计算机来解这些智慧性的问题。然而计算机只能进行数理逻辑运算。面对着形象思维、辩证思维和创造性思维（或灵感思维），目前计算机还无能为力。这正是计算机与人脑不可比拟之处。这些问题都有待于进一步的研究，是计算机科学家面临的课题。这也是计算机工作者对思维科学和脑科学感兴趣的原因之一。另一方面，脑科学和思维科学近年来也发展很快，人们对大脑的认识以及对人脑解题的思维过程有了较深刻的认识。

本书就是讨论分析物理问题的过程中的这些认识，或者说分析物理问题的思维方法。用简单的例子、作详细的说明，以自然辩证法为主导，归纳出各种具体的方法来。这些深入浅出的内容、饶有风趣的古典和近代智力测验难题的推理分析以及分析物理问题的各种方法，可供对人工智能有兴趣的研究者参考。当然，对一般在校青年（甚至包括物理教师和物理学工作者）更可以借此熟悉各种思考方法，学会使

用通用的分析物理问题的方法，解决学习、工作和科学研究方面的问题。本书虽不能说是解题法的丰富源泉，但总可以说是对人们不断提高思维能力的一种激励和启迪。

本书由江西师范大学未奇同志和江西大学吴大江同志统稿。引论和分析综合法由未奇同志执笔。归谬法、辩证思维方法、叠加原理法和物理学发展史上辩证思维实例由吴大江同志执笔；特殊中途点法、对称法和模型法由江西农业大学傅安安同志执笔；推理法、虚设法和相异相似法由南昌陆军学院袁容民同志执笔。

本书承蒙全国师专物理教学研究会名誉理事长、江西省物理学会副秘书长 江西师范大学物理系副教授李湘如先生审稿，并代写序言。在此谨向李湘如先生和对我们的工作给予了热情的支持及帮助的同志致谢

由于我们水平有限，书中难免有失误之处，诚恳地希望读者批评指正。

作者

一九八五年十一月

目 录

第一章 引论.....(1)

古老的“胡不归”问题——已知条件（显条件与隐条件）——目标（显目标与隐目标）——“马拉车与车拉马”问题——运算—— $W \cdot A$ ·威克尔格伦给问题的解下的定义

第二章 推理法.....(12)

伽利略的斜面实验——一个有趣的推理问题（项链问题）——正向推理法（顺藤摸瓜）——反向推理法（追根溯源）——正反向推理法

第三章 归谬法.....(38)

归谬法与推理法的异同——“谁打碎了花瓶？”——反证法——会意选择法——练习题——解析法——分类归谬法——风靡世界的《谁养斑马？》问题——练习题

第四章 分析综合法.....(59)

运用隔离体法的几个实例——隔离体法——通用分析综合法——分析综合法的程序要点——应用分析综合法的几个实例——应用分析综合法应注意的问题——练习题

第五章 辩证思维方法.....(86)

恩格斯给辩证思维下的定义——常用变量代换法——量变、质变演绎法——物理无穷大与物理无穷小

——练习题——运动的量度

第六章 特殊中途点法.....(108)

通过分析物理量的变化特点,迅速找出物理过程中该量的变化规律——特殊中途点法——特殊中途点法分析问题之要点

第七章 对称性方法.....(120)

形象对称法——求无限大网络相邻两节点之间的等效电阻——割补法——镜象法——对称性是物理世界内在规律的表现

第八章 叠加原理法.....(141)

从物理观点看普陀山的“观音显灵”、“刻舟求剑”——叠加原理是分析相对运动的理论基础——矢量叠加作图法——平行四边形作图法——三角形作图法——旋转矢量作图法——解析法——正交分量法——柱坐标和球坐标法——平面极坐标法——自然坐标法——矢量三角法——分离变量法——积分法。

第九章 模型法.....(181)

理想化模型——势能“墙”——过程模型——相对论中著名的“双生子佯谬”问题——数学模型——测不准关系的三种数学表达式

第十章 虚设法.....(206)

虚功原理——虚位移的定义——虚设转轴——应用虚设转轴解决实际问题——虚设力——在非惯性系中应用牛顿定律——虚设刚体——将软绳虚设成刚体应注意的条件——虚设电荷、电流——计算电偶极子在任意点的电场

第十一章 相异相似法……………(221)

比较思维方法——平动和转动的相异与相似——
电子和分子的相异与相似——地球和带电体的相异与相似——
从麦克斯韦方程组看磁场和感应电场的相异与相似——
晶体和光栅的相异与相似——原子结构和太阳系的相异与相似——
蚕的呼吸器官和树木的呼吸器官的相异与相似。

第十二章 物理学发展史上辩证思维实例……………(236)

对立面的相互渗透——德国数学家莱布尼次与法国物理学家笛卡儿之争——对立面的相互转化——法拉第的失败与成功——对立面的相互依存——光的微粒说与波动说——德布罗意的假设——对立面的统一——比利时科学家普利高律的“耗散结构”假说

第一章 引 论

古老的“胡不归”问题——已知条件（显条件与隐条件）——目标（显目标与隐目标）——“马拉车与车拉马”问题——运算——W·A·威克尔格伦给问题的解下的定义

物理学是理、工、医、农和师范等各类高等学校学生必修的一门基础课。它研究物质运动最一般的规律和物质的基本结构。物理学的知识和方法已广泛地应用于自然科学许多部门和生产技术领域，对于科学技术的发展起着重要的作用。因此，学习物理学的目的，一方面是要系统地掌握物理学的基本知识；另一方面是学习物理学的方法和提高认识事物、探索知识、分析和解决问题的能力。

美国学者C·基特尔等在《伯克利物理学教程》“致学生”一文中有一精辟的见解：“大学物理课的头一年一向是最困难的。在第一年里，学生要接受的新思想，新概念和新方法，要比在高年级或研究院课程中还要多得多。一个学生如果清楚地理解了力学中所阐述的基本物理内容，即使他还不能在复杂的情况下运用自如，他也已经克服了学习物理学的大部分的真正困难了。”这里强调的新思想和新方法都涉及研究和分析物理问题的方法。这段文字从正面说明物理问题分析方法的重要性。美国S·A·威廉斯等著《普通物理学习指南》一书中谈到：美国学习物理学的学生往往在考试以后抱怨，

“我理解全部理论，但似乎不会解任何习题”，他指出：其实事情的实际情况更接近于：“我已经记住任何可能装进我脑袋的所有公式，但是总不能正确地应用它们来解题。”这种情况在我国国内也存在。为什么会出现这种情况呢？其原因亦是一个物理问题分析方法的问题。由此可以看出：学习和掌握分析物理问题的方法是多么重要！

物理问题分析方法是分析物理问题的通用法则。这些通用法则与专门知识（物理概念、定律、公式、定理等）和专门法则（比如，力学解题方法，电磁学解题方法等等）之间的关系是非常明显的。如果我们很熟悉某些专用法和有关知识，并很有应用它们的经验，那么，在遇到这类问题时，只要使用这些老方法就行了（这里可以把这种专用法看成是适用于我们所熟悉的这类问题的通用解题技术）。根本不必有意识地、明确地思考用什么方法，只需依葫芦画瓢。然而，问题比较复杂时，倘若与我们已经解过的问题大不一样，那么通用法则会给我们很大的帮助，可以指导我们找出解决问题所需要的背景知识和解决问题的途径。

通常，我们可能知道所有的定义、公式和其它知识，但就是不知道怎样通过题目所提供的信息把知识和问题联系起来。为了获得这种联系，必须具有使用某些知识来解决有关问题的大量经验（学生做习题是获得这种经验的方法之一）。有了这种经验，人们往往能够在这些知识和与之相关的问题之间建立起很强的直接联想。可是，在学习的开始阶段和学习的过程中，我们常常缺乏这种联想，这是因为我们不可能做大量的习题（也无须去搞“题海战术”）。我们可以借助通用法则的帮助，更好地从记忆中或书本中找出与解题有关的

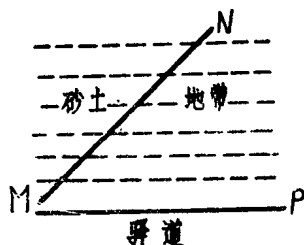
知识。由此可见，掌握通用法则是很重要的。掌握了通用的解题法则，既可以把解题法则作为学习的工具，又可以获得最广泛地应用已经学到的知识的本领——在学习与考试中、在工作与研究中、在任何需要的地方应用它。

本书的目的就是把我们所研究的物理问题分析方法这些通用法则献给读者，使读者能更有效地学习物理学和其他科目，同时提高我们的思维能力、分析问题和解决问题以及科学研究的能力。

下面，我们以古老的“胡不归”问题为例，探讨和介绍物理问题分析之原理，或者说解题原理。

有一个身在 M 地的小伙子当他得知在家乡 N 地的父亲病危的消息时，便立即启程赶路。

为了急切回家，他没有走驿道 MP （如图一一1所示），而是选择了全是砂土地带的直线路程 MN 。当他气喘吁吁地来到父亲跟前时，老人刚刚咽了气。人们告诉这个小伙子，老人在弥留之际，还不断喃喃地叨念“胡不归？胡不归？……”。



图一一1

如果小伙子能选择一条合适的路线，便可以提前抵达家门。有没有这样一条合适的路线呢？这应该是一条什么路线呢？这就是由古老传说所引发的、曾风靡千年的“胡不归”问题。

现在，我们并不急于求得这道古老典型问题的解答，而想通过对题意的分析，逐步地层层揭开它的面纱，从而弄清和掌握物理问题的特点。那么，这道问题究竟告诉了我们一

些什么呢？显然，它告诉了我们已知条件、最终目标和运算规则。统观我们考虑的所有形式的物理问题，都不外是给了我们这三类信息，也就是说，物理问题是由这三类信息所构成的。让我们从这里起步，对这三类信息进行必要而又仔细的检测和剖析吧！

已知条件——显条件与隐条件

所谓“已知条件”，就是在原问题所涉及的范围內，已经全部知晓的信息或材料。已知条件包括着：对象、材料，事件、过程及其表达式；假设、定义、定理、法则、理论及其表达式；运算、运算法则及其表达式。简言之，已知条件便是对问题所涉及的范围內的全部了解与掌握。

“胡不归”问题中的已知条件有：小伙子在 M 地，老父在 N 地，而 N 地处在平坦驿道一侧的砂土地带。这是十分显明的。在所有的各种类型的物理问题中，都必定会有这种明显的已知条件。只要我们对这毫不遗漏，一个个明确地列出，对正确地解答问题是有很大好处的。

但是，仅仅如此还远远是不够的。试问：小伙子从 M 地到 N 地，是变速还是匀速前进的呢？这在题意中并没有告知。显然，他是不可能在较长的路程中，保持匀速赶路的，只能是变速地行进。这样，问题便出现了复杂性。可是，不论他以怎样的一种变速形式行进，我们都无需去考察路程中的瞬时情况。只须考虑始、末状态的总情况，于是便可以以某一平均速度均匀运动方式加以解答。这样，问题又回归于简洁性。这正是题意中没有明显告知的隐含的已知条件。一般而言，在许多物理问题中，都有着一两个或多个这种隐含的已知条件。我们又试问：小伙子为什么会选择直线路程 M