

WULI XITI FENXI YU  
SIWEI FANGFA

# 物理

## 习题分析与思维方法

肖学雷◎编著



西南交通大学出版社

重庆市特色专业（物理学）项目建设资助出版

重庆市教育科学“十二五”规划项目/2013年度教育考试研究专项课题部分成果

# 物理习题分析与思维方法

肖学雷 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目(CIP)数据

物理习题分析与思维方法 / 肖学雷编著. —成都:  
西南交通大学出版社, 2015.5  
ISBN 978-7-5643-3889-3

I. ①物… II. ①肖… III. ①物理学—师范大学—题  
解 IV. ①O4-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第103601号

---

## 物理习题分析与思维方法

肖学雷 编著

责任编辑 罗在伟

封面设计 墨创文化

---

出版发行 西南交通大学出版社  
(四川省成都市金牛区交大路146号)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

---

印刷 成都中铁二局永经堂印务有限责任公司

成品尺寸 170 mm × 230 mm

印张 13.5

字数 242 千

版次 2015年5月第1版

印次 2015年5月第1次

书号 ISBN 978-7-5643-3889-3

定价 31.00 元

---

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

本书作者从涉足物理学习策略研究，到执教普通物理（大学物理）课程和取向中学物理研究，确切地讲，是15年来对物理教学论的浓厚兴趣之使然。从长期执教物理学科教育学（教学论）、致力物理学习策略（方法）探索和培养物理师范生的实践等道义上讲，本书是中学物理学习方法和教学技艺的结晶；从对物理科学方法的教育教学思考，到对物理问题的解题思维方法之教学反思与研究，继而发表物理教育研究论文，包括关于“大学物理”和“中学物理”教研教改论文20余篇，本书则是物理教育研究的补充、浓缩和教育科研积淀。

编写本书的初衷始于我国新一轮基础教育改革，萌动于北京师范大学博士生导师裴娣娜教授的主体教育理论与实验研究的启发，导师的慈爱和悉心指点让作者受益匪浅、至今难以忘怀，因而，编著彰显主体教育理念和思想的物理教学论教材（专著）成为多年来的教研心愿。在主体教育思想和新课程理念下，学会学习、学会思考、学会探究和学会教学的呼声高涨，然而，在学校教学实践中呈现的是“雷声大、雨点小”的课堂教学（改革）情景，尤其是物理学科的“难教、难学”痼疾，让物理师生钟情于“题海战术”，让高中学生为物理课程的学习压力疲于奔命，也让理工科大学生为“物理思维方法”的软肋和难以快速适应“大学物理”课程的学习而懊恼。

本书立足于《中学教师专业标准》和《高中物理课程标准》，以重庆市特色专业（物理学）项目建设为背景，以作者主持的重庆市教育科学“十二五”规划项目/2013年度重庆市教育考试院“教育考试研究专项课题”：新课标下高考“理综”命题研究（课题批准号：2013-KS-033）为主线，渗透课题研究的阶段性成果，研究高考物理命题和改革新取向。

作为大、中学生提高物理解题能力的导学用书，主要介绍了“对称思维法”、“数理建模法”、“图景（场线）思维法”、“能量转化思维法”、“匀速（平均）模拟法”、“归纳思维法”、“特殊值考验法”、“类比推理法”、“时空反演法”、“量纲分析法”、“分析综合法”、“等效转换法”、“失（超）重思维法”、“径迹推理法”、“微元分析法”等近二十种重要的分析与思维方法；为了提高教与学的实效性，为了启示方法性知识在能力形成和思维发散中的价值，本书以丰富的问题示例形式，详细剖析和读解疑难，并配备大量典型试题，辅以点拨而贯通运用。

显见，著书的目的，一是透视物理学习和思维的技法，概览物理解题思维的重要方法，让物理学习上的智者如虎添翼，更会探究学习，更善于思维、分析和解决物理问题，使其主体性学习潜力得以充分发展；让在物理学习上有困难、或学习不得法而渴求学习方法和思维方法帮助的学生，受到及时的学习指引和深刻的方法启迪，获得有效学习的帮助，使其学习的车轮驶上快车道，由学会学习成为物理学科的会学习者，甚至成长为物理学科的高材生。二是希望探索主体性高效物理课堂的教学规律，或想要揭示大、中学物理教学思维范式，让人为师者的课堂教学言行更加有效，成为在课堂内外善于使巧力者，成为向教育科研要效率和质量的新型教师，而不是一味埋头讲课的“教书匠”。三是诉求对中学物理知识教学与大学物理课程的有效渗透和衔接，做探索性的课堂教学尝试，减轻非物理专业理工科大学生的大学物理学习压力，释放缘于中学物理基础或学习思维方法原因继发的大学物理学习困难。

所以，编著者力图通过对物理学习经验和物理思维方法的总结，提炼以物理教师职业生涯来的 20 年教学经验点滴和教研成果，启示中学生、大学生、物理师范生等物理学子的解题思维方法和教与学的诀窍，同时，与当下或未来的物理同行探讨或磋商大、中学物理教育理念与有效教学技艺。

因此，本书以物理习题分析和解题思维策略为主线，凸显物理课堂教与学的思维，通过精选数十个典型示例，辅以 120 个能体现思维技法（价值）的习题（问题），其中包括筛选高考、竞赛试题变式拓展或近年来高考崇尚的所谓“超纲”类物理试题。有些似乎属于大学物理的范畴，其实是旨在考查学生的物理科学探究（思维）方法。本书重点介绍和剖析了十余种思维（训练）方法，正是试图全方位展示构思与解析物理问题的思维方略，让大、中学生迈向触类旁通的思维和学习境界。

可见，本书可为大、中学校在读学生包括物理师范生的学习指导书或教材，也可供物理教师、物理教研员或思维科学（训练）工作者参考。

作者在西南大学、北京师范大学先后关于学习策略研究和主体教育研究的整个研习期间，受益颇多、感悟至深，在此感谢西南大学刘电芝教授、罗琬华教授，北京师范大学裴娣娜教授、阎金铎教授。

笔者才疏学浅加之编撰时间仓促，书中难免存在不少错漏和不足之处，恳请专家、学者和读者批评指正。

肖学雷

2015 年 4 月 于长江师范学院鉴湖

# 目 录

第 0 章 绪 论 .....	1
第 1 章 物理问题下的解题思维方法 .....	3
§1.1 思维方式与物理思维方法 .....	3
§1.2 物理习题下的思维方法 .....	5
第 2 章 物理解题训练及策略概述 .....	16
§2.1 “示例教学”的策略 .....	16
§2.2 构思解题方案的策略 .....	22
第 3 章 力学问题示例的教与学及思维方法 .....	25
§3.1 建模法“示例”的教与学 .....	25
§3.2 (等效)转化法“示例”的教与学 .....	30
§3.3 等效思维法“示例”的教与学 .....	33
§3.4 分析综合法“示例”的教与学 .....	37
§3.5 归纳法“示例”的教与学 .....	42
§3.6 微元法“示例”的教与学 .....	45
§3.7 不等式临界思维法的教与学 .....	50
§3.8 图像情景法“示例”的教与学 .....	55
§3.9 时空反演法“示例”的教与学 .....	62
第 4 章 电磁问题示例的教与学及思维方法 .....	65
§4.1 场线法“示例”的教与学 .....	65
§4.2 径迹法“示例”的教与学 .....	71

§4.3	对称法“示例”的教与学	74
§4.4	量纲法“工具”的教与学	78
<b>第5章</b>	<b>重难点知识串讲及整固的教与学</b>	<b>82</b>
§5.1	力学概念的整固及教与学	82
§5.2	电磁概念的整固及教与学	95
§5.3	力学规律的整固及教与学	101
§5.4	电磁规律的整固及教与学	108
§5.5	疑难点及表象思维点击	115
<b>第6章</b>	<b>问题变式与拓展示例的教与学</b>	<b>118</b>
§6.1	问题变式与教学示例	118
§6.2	变式拓展示例的教与学	126
§6.3	综合拓展示例的教与学	144
<b>第7章</b>	<b>目标教学及命题考核趋向</b>	<b>199</b>
§7.1	目标教学的谈话有效性	199
§7.2	高考物理命题考核趋向述评	206
	<b>参考文献</b>	<b>209</b>

# 第0章 绪论

物理学是自然科学和工程技术的基础，其理论是通过观察、实验、归纳、抽象、假设等探究方法和思维方法而建立起来的。所以，在把物理“知识”传授给学生的同时，能否同步地教给学生相关的物理思想和物理（科学）方法，被纳入新课程改革和课堂教学评价体系的核心指标，成为甄别教学操作有效度的试金石，是新课程改革中人们关注的焦点。作为高师物理学生或未来的中学物理新型教师，我们准备好了吗？笃行新课程理念，在课堂教学活动中不倦地践行“三维教学目标”，是衡量准物理教师是否为“新型”的硬指标。这是物理教育改革的呼声，也是对物理教师综合能力的呼唤：教师既要“教人以知识”，又要“教人以方法”，才能“教人以智慧和发展”。

本书顺应新时期物理课程改革，力求解读和诠释物理“难教、难学”的教学痼疾。从新型物理师资的教研素养视角，从探究式物理教学角度，以物理问题的示例教学为接口，以典型范例、物理开放式问题和变式物理问题为示例教学焦点，以此阐释物理示例教学思维范式。再次，本书以物理习题教与学的思维方法为研究核心，以剖析物理习题的解法和教法为探讨教学思维方式的重点，以彰显思维技巧和教学技法的力学和电磁学问题为着力点，从审题（破题）、思路探析、构思求解和疑难点评（回顾反思）四个方面，介绍示例教学中“导学、导思、导做”的教法，让准物理师资体会和揣摩高效率“示例教学”范式；让高中（大学）学生感悟和掌握物理思维方法，让“解释、评估、反省”等元认知监控元素深入解题思维。

基于师训教研层面：解读物理习题分析的方法，训练准师资分析和解决中学物理问题的技能，传道物理示例的教学技艺和物理思维方法；基于探究学习层面：以高中物理知识为基点，从大学物理视角重温、研习中学物理问题。因而，本书立足以传授物理（科学）思维方法为突破口，让学生通过方法性知识的学习，掌握解题的方法性技能。同时，本书关注高中物理与大学物理的交叉衔接：针对近年来高考中的所谓“超纲”现象，让高中生尝试和感知“竞赛题”、“超纲题”。通过介绍诸如特殊值（检验）思维法，揭示高考“超纲”真面目（假超）；通过介绍数学微积分解法，让高中生对微积分初步知识（近年来下放到高中数学）得以“学以致用”，让教学迈向维果茨基的“最近发展区”境界，尝试



高中物理与大学物理的链接。

本书以高中物理为主线，力求与大学物理有效交叉和衔接。通过对一系列数理方法的解读和引导，让大学生了解和认知大学物理课程，快速适应大学物理的学习和有效提升物理自学能力。物理有哪些基本学习方式，有哪些重要而常用的思维方法或技巧？教师如何引导学生理解和掌握这些重要的物理思维方法和技巧，学生能否高效地掌握这些技能和方法，形成解题能力和学习能力？本书通过 7 个章节的渐次分解，试图予以深入浅出的诠释作答。

要让中学生弄通和掌握课本知识、获得解决物理问题的相应能力，必须借助课堂内外的“示例学习”手段；要想有效提升学生分析和解决物理问题的能力，就要考究“示例教学”方式和示例教学思维范式。只要我们充分利用典型例题和足够习题，善于展开“示例教学”、追求有效演练，注重教给学生相应的物理思维技法，让学生渐次学会这些重要的物理思想和方法，就能由此激励学生的物理思维力发展：让教学走出“题海”阴影，步入“举一反三”、“触类旁通”的教学意境。

总之，学会学习（知识、方法）、教会学生学习；学会应用（分析、解题）、教会学生应用，这是本书的写作宗旨和演绎话题。

# 第1章 物理问题下的解题思维方法

## §1.1 思维方式与物理思维方法

人们在生活、学习和解决问题中总要动脑思维，思考、思索的思维形式是多种多样的，思维形式和方法的不同，直接影响其思考的成效或成败。因此，养成和懂得选择适宜的思维方式和方法去思考问题至关重要。我们知道，物理学是观察和思维的科学，“物理难教、难学”为师生共识。所以，对于物理教师而言，无论是学好物理还是教好物理，都必须懂得和掌握一定的思维知识（常识）、方法和相应的技能技巧。思维大致有如下几种分类。

### 1.1.1 按思维的凭借物分类

- (1) 动作思维：动作思维是伴随实际动作进行的思维活动。
- (2) 形象思维：形象思维是运用已有表象进行的思维活动。
- (3) 抽象思维：抽象思维即逻辑思维，是利用概念进行的思维活动。

概念是思维的细胞和基本形式之一，它反映客观事物的一般特征和本质属性。物理概念则是整个物理知识形成的根基，是在观察、实验的基础上通过思维加工，把一类事物（物理现象、规律等）的共同特点抽取出来加以概括而形成的。

可见，物理思维的核心形态是抽象思维。抽象（逻辑）思维一般分为形式逻辑思维和辩证逻辑思维。形式逻辑中的概念是无矛盾性的，具有确定、绝对、静止和单一的特性；辩证逻辑中的概念是有矛盾的，具有变化、相对、运动和多样的特征。辩证逻辑思维是在形式逻辑思维发展的基础上形成的，是抽象思维的高级阶段，是在自然界中看似对立甚至无法调和的两个事物之间，通过深刻认识其相互关系，从中寻找解决问题的有效途径的思维方式，这是符合唯物辩证法的思维方法。值得指出的是，用辩证逻辑思维方法来分析或解决物理问题，有时会产生意想不到的快捷效果以及成功。

### 1.1.2 按探索问题答案的方向分类

(1) 聚合思维：聚合思维即求同思维、辐射思维，是把问题所提供的各种信息聚合起来得出一个正确答案的思维活动。

(2) 发散思维：发散思维即求异思维、辐射思维，是从一个目标出发，沿着各种不同途径寻求各答案的思维活动。

在解决物理问题（习题）中，聚合思维和发散思维方式表现为通俗的所谓顺向思维和逆向思维方法，这两种重要而常用的思维方法在分析、解决物理习题中的功用将分章节进行应用举例介绍。

### 1.1.3 按思维的创造性分类

(1) 常规思维：常规思维也叫再造性思维，是指人们运用已获得的知识经验，按惯常的方式解决问题的思维。

(2) 创造性思维：创造性思维是指以新异、独创的方式解决问题的思维。

大多数物理问题（习题）常用常规思维方式，即用所谓的综合法或顺向思维等方法求解；少数具有疑难性、探索性等复杂、开放性的物理习题，常用创造性思维方式，即用所谓的分析法或逆向思维等方法求解。

### 1.1.4 按思维的目的性分类

(1) 上升性思维：上升性思维是从个别事物的经验中，通过分析、综合、比较、归纳、概括出具有一般特征和普通规律性的思维活动。

(2) 求解性思维：求解性思维是寻求解决某个具体问题的思维活动。

(3) 决策性思维：决策性思维是对未来事件发生的可能性予以估计并从中选择最理想解决方案的思维活动。

物理概念的形成、物理规律的建立和物理习题的解决过程，主要表现为上升性思维和求解性思维方式，国家宏观经济调控、公司经营决策的选择过程，则表现为决策性思维方式。

## §1.2 物理习题下的思维方法

物理习题是广大师生要面对的待解决的主要物理问题形式，是学生巩固和应用物理知识解决问题的必经学习环节和阶梯。（一些）物理习题的难解，致使不少学生（尤其是高中生）对学好物理产生畏难情绪，甚至不知不觉地对学习物理逐渐丧失信心。如果一个教师的教学形式只满足和停留于重“教”而忽视“学”、不及时地洞察学生的“学情”和辅以“学法”引导（尤其是物理思维方法的引导），那么他的学生最终将失去对物理的学习兴趣。学生对物理课没有兴趣，无异于对学科没有学习动力，何况“兴趣是最好的老师”，所以，实质上等于没有好的老师来教这些学生学习物理课程。

面对“物理难教、难学”的教育难题，我们只能用“巧力”而不可“蛮干”，大量教育案例表明：“蛮干+苦干”的物理教学效果是事倍功半。向教育科研要质量，通过科研促教学，不能成为一句空话，要落实在我们广大师生的教与学的环节和行动上。为此，教师自身要有一套行之有效的关于物理学科的“学习方法”，“方法知识”尤其是物理“思维方法”是一个精明的物理教师要向学生开设的“必修课”。

### 1.2.1 物理思想与方法

物理学的思想方法，是物理这门科学的灵魂，物理学的思想和方法也使其成为推动其他自然科学和技术发展的功臣。正是因为这些思想方法推动了物理学自身和其他科学技术的发展，所以物理学被人们誉为自然科学的基础，物理技术成为推动人类文明和进步的武器和法宝。

走进物理思想方法的殿堂，犹如步入知识的海洋。由于本书的重点限于探究“物理习题分析方法”，而不是系统地或泛泛地谈及物理思想方法，故在此只重点回顾一些典型的物理思想和方法，而且主要针对分析和解决物理习题而言，具体体现在以下几个方面：

#### 1. 建模思想

研究复杂的物理问题，如建立物理规律、探究物理现象和过程的本质过程

时，忽略次要的非本质因素、抓住主要的本质因素，通过构想物理模型、抽象化为数学模型，实现对复杂（力、热、电、光、原）运动的研究。如力学的质点、热力学的理想气体、电磁学的点电荷、原子物理的行星模型等，它们也是物理工作者、物理师生进一步解决其他物理问题的有力工具。

## 2.（理想）实验探究思想

伽利略是以实验手段研究物理问题的先驱，他提出的数学与实验研究相结合的思想使物理学走上精密科学之路；理想实验则是建立在一定实验的基础上，在人们思想中塑造的理想化物理图景的想象（实验）过程。理想实验是限于当时的条件无法实际操作的实验，即它不是真实的实验而是一种抽象的思维方法。如牛顿第一定律的教与学过程，引入伽利略的理想斜面实验的教与学活动就贯穿着知识、过程和方法相融合的理念，自然保证了教学效果，学生也由此领悟了其中的科学思想和方法，理解在物理科学的探究中将实际实验转化为理想实验的原因，明白理想规律是理想实验的总结之道理。理想实验来自于真实实验，又高于真实实验，是一种重要的（物理）科学思想和方法，它已成为总结、探索物理规律和解决物理问题的有力武器。

## 3.（真实）实验方法

真实、实际、具体的物理实验方法，主要有：控制变量法（思想），即研究某一因素的影响效果，可通过事先控制其他因素的变化影响来实现；补偿法，即找一种效应（效果）与之相抵消，从而实现对被测物理量进行测量或提高测量精度的方法；等效替代法，即用已知的标准量去代替未知的待测量，以保持状态和效果相同，从而测量出或推算出待测量的方法；（标准）比较法，即将待测物理量与选作（单位）标准的物理量进行比较的方法。这些方法，也是解决物理习题的常用方法，将在后面的章节中有所介绍和举例应用。

## 4. 理论假说（假设与猜想）思想

我们知道，在物理学发展的历程中，物理学家们曾经提出了许许多多的假说，例如，普朗克的能量子说、爱因斯坦的光子说、光的波动说等等。

（物理）假说的产生背景是人们在探索不认识的物理现象时，当其真相（物理本质）未被揭示之前，人们只是对它有一定的表面或肤浅的一些认识，甚至是错误或片面的。通常，基于现有的理论和实验事实，通过假设、猜想等思维形式进行科学探究。当某一假说被后来的大量事实（间接）证实时，它就发展

成一种理论；若积累到一定程度的新的科学事实与假说相矛盾，则又必须提出新的假说或修改来补充原来的假说，以圆满地解释事实（现象），由此推动物理学理论不断完善和向前发展。例如，人们对光现象的认识，经历过“粒子说”、“波动说”，最后揭示出光具有“波粒二象性”的本质；光子说是能量子说的升华等等。可见，假说是物理学研究和理论发展中不可或缺的理性猜想、思想，也是解决物理问题中极为重要的方法和思路。

### 1.2.2 物理思维方法

如上所述，科学探索是集观察与实验、思想与思维活动于一体的探究活动，物理学是人类在探索自然奥秘的过程中形成的思维严谨的精密学科，即它是一门思维的科学。因而，人的思维方法和思维能力是解决物理问题的关键。

物理解题思维方法，是在解决物理问题的过程中思维形式的具体表现和直接应用形式，是一般思维形式在物理学科中的特定表现形式。在分析和解决物理习题（问题）时，思维（思考）决定（解题）方案，（思维）方法则是解题的“武器”。也就是说，思维决定（解题的）成功（与否），方法决定（解题的）成绩（高低）。

可见，教给学生一定的物理解题思维方法和技巧，让其掌握和理解这些方法与技能技巧，最后形成相应的解题思维能力，对物理师生而言，无疑是克服“物理难教、难学”现象的重要教学策略。

物理（解题）思维方法源于思维方式，具体的思维方法形形色色，不胜枚举。本章先概要的介绍一些主要的思维方法，包括这些方法在内的若干方法主要在后续章节的习题分析中进行应用举例介绍。由于抽象（逻辑）思维是物理思维的核心形态，所以下面的思维方法主要为抽象思维形式。

#### 1. 综合法——整体法、顺向思维法

所谓综合法，就是把研究对象或现象的各个部分、各个方面（因素）或属性组成为一个整体进行探究。

从思考物理问题的角度来看，综合法就是从整体去考虑一个物理系统（研究对象）的方法。例如，力学中所谓的“整体法”，就是把系统的各个部分视为一个整体，在分析其受力情况时不考虑其各个部分相互作用的内力，只考虑整体所受的外力，达到简化问题的一种思维方法。

从题设信息及其思维过程看，就是把已知信息（已知量）组合起来，审视和考虑他们之间的内在关系，从已知量逐步推出待求量的方法。例如，“顺向思维法”就是在解物理习题中，通过综合已知（物理）量之间的内在关联信息关系，逐步推出待求量的一种思维方法。

“顺向思维法”和“整体法”正是物理习题分析中综合法的代名词，属于聚合思维的直观形式。

## 2. 分析法——隔离法、逆向思维法

所谓分析法，就是把研究对象分解为部分，把复杂的问题或事物解剖开来，分解为若干简单的部分或要素进行研究，亦即所谓“解剖麻雀”的方法。

从思考物理问题的角度来看，就是由分解开来的各个部分（问题）着手，通过解决“分散”在各部分的这些简单问题，达到最终解决复杂问题的一种方法。例如，力学中所谓的“隔离（体）法”，就是把复杂的“连接体”系统分解成若干独立的便于列方程解算的“单体”，通过对“单体”运用牛顿定律建立动力学方程，然后通过联立求解方程组从而解决较复杂物理问题的重要、常用的方法。

“逆向思维法”和“隔离体法”正是分析法在物理习题分析中的习惯称谓，属于发散思维的直观形式。一般地，逆向思维法常用于：问题结果（答案）已知的题目，如物理证明题、选择题等；已知条件甚少、思路容易因此受阻的题目，则也适合用逆向思维法；另外，所谓的“难题”，用逆向思维法也很奏效。

其实，逆向思维是进行发散思维的一种重要途径，它是从习惯的既定思路的反方向去思考和分析问题。因此，逆向思维是摆脱思维定势约束、突破已有思想框架，产生新思想、探索新知识的重要思维方法，成为解决物理“难题”的法宝之一。

需要指出的是，不可截然割裂综合法与分析法。综合法由局部到整体，与分析法的思路相反，其逻辑思维的基础是分析。如果综合离开了分析，就无法在直接或间接的已知（条件、信息）基础上去探究或认识未知；只有基于分析法，才能获得有关研究对象的各个部分、各个要素或各个层次的全部有用信息（结果、结论），然后才能实现对这些信息的组合（综合），达到从整体上去认识研究对象，最后实现揭示其运动规律的目标。

可见，综合中要用到分析，同时分析中要进行综合，二者总是联合运用才能解决具体的物理问题。只不过，一些问题主要用综合法，另一些则主要运用

分析法而已，因此叫做“分析综合法”。

### 3. 建模与（理想）模型法

建模就是建立模型，它是研究抽象、复杂系统的重要手段和桥梁。用模型描述、研究系统的因果关系或相互作用的过程就是通常所说的建模，如在工程设计中，通常要进行数学仿真和物理仿真实验，其实就是通过设计中的产品建立数学模型和物理模型，是预测和研制新产品（性能）的重要手段。

一般把建模（仿真研究）法分为三类，即：实物（物理）模型、理想（物理）模型和理论（数学）模型。前面两类统称为物理模型，后者称为数学模型。例如，用质点（理想模型）代替射出的炮弹，达到简化研究炮弹运动（轨迹、射程等）问题；研制新型飞机时，用的飞机模型就是作物理仿真研究；卢瑟福提出的原子核式行星模型，则为理论（数学）模型，即把核外电子的运动设想为沿着数学上的圆或椭圆轨迹运动（旋转），原子核位于圆心或椭圆轨道的焦点。

顺便指出，在现在的物理科研中，理论模型法已成为科研者最有力、最常用的研究方法；而在物理习题分析中，理想模型法是最为常用的模型方法。

### 4. 猜想与假设推理法

如上说来，麦克斯韦根据其电磁理论预言电磁波（电磁波猜想）之类的科学发现，与物理假说、猜想与假设法成功运用密不可分。根据提出的假说或猜想进行深入探究而获得重大发现或突破的事例，举不胜举。

在物理习题分析中，我们不是揭示科学规律，当然仅限于使用猜想与假设的思维方法。一般地，在（实验）探究型问题（习题）中，常用猜想法来分析问题。在证明某些物理命题或判断某些结论时，常用假设法，即可以从反面的角度思考问题，也就是说“肯定题设而否定结论”，从而引出矛盾而达到“间接证明”结论正确的方法，其中“否定结论”就用到了假设法。例如，“导体在静电平衡下，其内部电场处处为零”的结论，就适于应用（反向）假设的方法。判定某些似是而非的物理问题或事先的猜想是否合理时，假设法则是最管用的方法了。值得指出的是，假设法一般配合逆向思维法来进行假设推理，由此得到结论。

### 5. 等效法——等效替代法、转化法

等效法，就是在保证某种效果（特性和关系）相同的前提下，将实际的、复杂的物理问题和物理过程转化为等效的、简单的、易于研究的物理问题和物理过程来研究、处理的方法。等效思想，主要包括等效替代和等效转化两种形式。



然而，由于学生接触的等效法都是基于具体的规律或公式，对等效法的认识是割裂的、分散的，往往易形成一种错误的观念，即认为等效的两个物理现象应该具有相同的本质，这种认识上的错误，妨碍他们对等效法的正确认识。实际上，等效法是不论性质的，这种思想方法的准则只有一条，那就是产生的效果相同，其中不仅有力的等效而且有运动的等效，其中不仅有状态的等效，而且有过程的等效。

（等效）替代法，就是把某些复杂的物理图景、物理量或事物用相对简单且效果等同的同质对象来替代（置换），由此使复杂的物理“难题”易于探究（求解）的思维方法。例如，两个互成角度的共点力的合成，其合力与原来的两个共点力是等效的，可用（一个）合力来替代（几个）共点力的作用（效果）；以简单的“等效电路（图）”及其电阻来替换复杂的电阻网络（图）与它的电阻、用一个无内阻的电源替代在磁场中切割磁力线的铜棒的电动势效应等，这些案例的方法正是我们所提及的等效替代法。

需要指出的是，等效替代一般是基于同质的前提和考虑物理效果的等同性，如“切割磁力线的铜棒”与“无内阻电源”在提供电动势方面是同质和等效的。因此，在物理习题分析中，可以将等效替代法归于形象思维范畴。

在具体处理物理问题中，总是针对题设条件和具体物理情景来考虑等效替代的。顾名思义，等效替代必须确保替代的“等价”、“等效”性，即“替代物”必须与研究对象起等同的作用“效果”，不可“生拉硬扯”，否则，将导致解题错误。例如，探究复杂电阻网络的总电阻时，往往无法用“等效”电阻来替代整个电阻网络，即整个电阻网络根本就没有办法简化，无等效电路（图）可言，此时必须果断放弃“等效电路（图）”的想法，可采用实验法来测量总电阻。

（等效）转化法，就是用相对简单、熟悉且效果等同的物理情景、物理过程或物理模型替代复杂的物理过程（现象）、物理图景或研究对象，从而使复杂的物理“难题”转化为相对容易的问题进行探究（求解）的思维方法。例如，小物块在一个半径为  $R$  的光滑大圆弧最低点附近做微振动，若转化为一个“摆长为  $R$ ”的“单摆模型”的振动，即可探知其微振动的周期  $T = 2\pi\sqrt{R/g}$ 。传感器则是把一种形式的能量转换成另一种形式的能量的器件，例如，光电传感器将光信号的测量转换为电信号的测量，即把由测量对象的物理状态及其变化所发出的激励（敏感量）转化为适宜测量的信号（转换量）的能量转换装置。利用物理量之间的相互关系，实现各参量之间的变换，以达到测量某一物理量的目的。通常利用这种办法将一些不能直接测量的或是不易测量、观察的物理量转