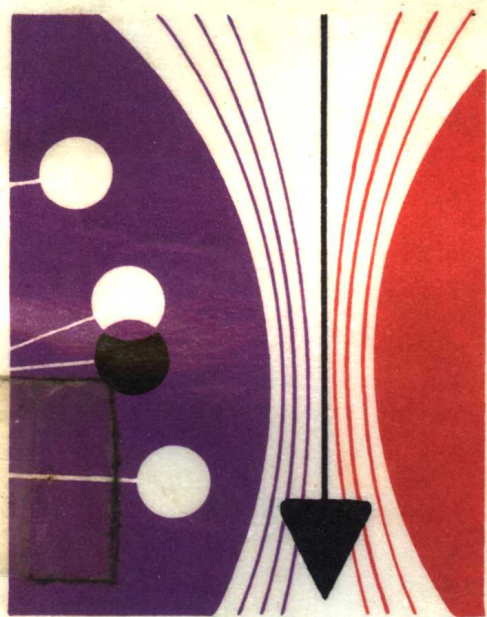


中学物理教学

阎金锋 朱小明 著

中学教育
科学丛书



光明日报出版社

《中学教育科学丛书》顾问、编委名单

(按姓氏笔划为序)

顾问：王 铁 江山野 吴 畏 张 健
张承先 钱伟长 顾明远
编委：田东平 李镜流 陈孝彬 姚维斗
高文元 阎金铎 崔相录
责任编辑：李镜流 崔相录

中学物理教学

阎金铎 朱小明

光明日报出版社出版

(北京永安路100号)

新华书店北京发行所发行 固安县印刷厂印刷

787×1092毫米 32 开本 4.5印张 100 千字

1987年 8 月第一版 1987年8月第一次印刷

1—35,000册

统一书号：7263·060 定价：1.30 元

为《中学教育科学丛书》序

茅以升

近年来，随着我国现代化建设事业的发展，越来越多的同志深切认识到教育的重要。诚如中共中央关于教育体制改革的决定所指出的：“今后事情成败的一个重要关键在于人才，而要解决人才问题，就必须使教育事业在经济发展的基础上有一个大的发展。”教育是上层建筑，它的存在和进步，要依靠一定的经济条件。而从长远来看，教育又必须走在经济的前头，为经济起飞准备大批优秀的人才。我相信，在党中央的领导下，我国的教育事业必将有一个较大的发展和更加美好的前景。作为一个老教育工作者和科技工作者，我感到由衷的喜悦，并愿聊尽绵薄，为发展祖国的教育事业，继续贡献力量。

现在，光明日报出版社要出版一套《中学教育科学丛书》，我认为这是一件很有意义的工作。

中学教育是整个教育系列中关键的一环，具有承上启下的作用。它要使亿万青少年学到基本的科学文化知识和技能，并为更高一级的职业技术教育和高等教育输送合格的学生。因此，发展教育，开发智力，提高全民族的科学文化水平，必须从中小学抓起。“百年树人”，中等教育的水平和质量，是关系全局、举足轻重的大事，万万忽视不得。

由于十年浩劫和长期“左”的思想的影响，我国教育从总

体上来看是落后了。这不仅表现在教材体系、教学设备、师资队伍和学生素质等方面，也表现在教学方法特别是教育科学研究方面。教育科学是一门综合性的学科，既有严密精确的一面，又有复杂和多样的特点。中学教育还是基础教育，以传授各门学科的基本知识为主，但同样有一个教学理论、教学方法问题，需要我们努力探索、研究和创新。我以为，当务之急是必须尽快改变那种层层加码，把学生当作教材的奴隶、作业的苦力的状况；改变老师讲、学生听（记）、满堂灌的“填鸭”式教学方法；采用启发式的教学方法，调动学生学习的主动性和积极性，培养学生具有初步的创造性思维能力。不但使他们牢固掌握基本的理论、概念、原理，而且能够灵活运用；不仅知其然，还要知其所以然。当然，这说起来容易，真要做到并不那么简单。这就有待于教育科学研究的开展，还需要教师们的努力。

教育科学的研究，不但是专业科研人员的事，也是广大教师的事。教育科学也有实验室，这个实验室就是课堂。作为塑造人类灵魂的工程师，教师不应当满足于当“教书匠”，而应该成为教育家，成为培养人才的艺术家的，造就一代又一代现代化建设人才。

我希望，《中学教育科学丛书》将对我国广大的中学教师加强理论修养、改进教学方法有所帮助；在提高中学教育质量、发展教育事业中起到一定的作用。

一九八五年十月

目 录

第一章 物理教学过程	(1)
一、教学过程的基本因素	(1)
二、物理教学中的科学思维方法	(4)
三、物理教学基本原则	(9)
第二章 物理实验教学	(14)
一、物理实验教学的任务	(14)
二、观察能力	(16)
三、操作能力	(21)
四、数据处理能力	(23)
五、实验设计能力	(25)
第三章 物理概念教学	(31)
一、物理概念的特点	(31)
二、掌握基本物理概念的过程	(35)
三、物理概念教学	(37)
第四章 物理规律教学	(45)
一、物理规律的发现	(45)
二、物理规律的特点	(46)
三、物理规律教学	(49)
第五章 物理练习教学	(59)
一、物理练习作业的形式	(59)

二、重视物理图象的分析·····	(65)
三、解答计算练习题的基本程序·····	(70)
四、物理练习教学·····	(75)
第六章 物理教学方法论·····	(83)
一、物理教学中常用的教学方法·····	(83)
二、各种教学方法的比较和综合运用·····	(92)
三、改革教学方法的指导思想——启发式·····	(95)
第七章 电脑与物理教学·····	(100)
一、概述·····	(100)
二、模拟模式计算机辅助物理教学·····	(101)
三、对话教学模式的计算机辅助物理教学·····	(107)
四、练习与问题解决模式的计算机辅助物 理教学·····	(115)
五、测验和考查模式的计算机辅助物理教学·····	(118)
第八章 物理测验与评价·····	(120)
一、测量、测验与评价·····	(120)
二、物理测验的编制·····	(123)
三、数理统计的几个基本概念·····	(126)
四、物理测验的评价·····	(134)

第一章 物理教学过程

物理教学过程是物理教师通过各种途径，使学生认识物理客体，完成物理教学目的，即使学生掌握物理基础知识、技能、方法，发展学生观察实验能力、思维能力、运用知识分析问题和解决问题的能力，促进学生形成辩证唯物主义世界观的过程。

只有正确地认识教学过程中几方面的关系及其规律，才能合理地组织教学，选择采用有效的手段和方法，达到预期的教学目的。

一、教学过程的基本因素

教学，是教师引导学生按照明确的目的，循序渐进地掌握知识、发展能力、逐步形成科学世界观基础的一种教育活动。

教学，总是包括“教”和“学”两个方面，“教”是教师的活动，“学”是学生的活动。

教学过程是教师和学生共同活动的过程。从认识论的角度来看，教学过程是一个有组织的认识过程，“教”是“学”的一种手段，“学”是“教”的目的，教学在本质上是学生在教师指导下使自己的行为顺应客观世界规律的过程。

可见，教学过程的基本因素有三个：主体、客体和媒体。

1. 认识的主体，这是被教育的对象——学生。

2. 认识的客体，这是自然界和社会中有关事物和现象，以及人类的思维。物理教学过程中的认识客体，是指自然界和社会中物理事物和现象，以及物理科学思维。

3. 促进学生主体认识客体的一些媒体，这是指教师、教材、设备……，其中，教师是主要的媒体。

教学过程中的主体、客体、媒体这三方面因素，存在着必然的、内在的联系，它们之间的相互联系和相互作用就构成了一个完整的教学系统。

由于人们对这“三体”在整个教学过程中所处的地位有不同的认识，从而导致了不同的教学思想和不同的教学方法。

忽视学生学习的主动性，否定学生的主体地位，过份地强调教师的作用，而认为教师的讲解是学生获得知识的唯一途径；或者，忽视教师的作用，否定教师这一主要媒体的地位，过份地强调学生的主动性，而认为教师不必讲解，完全靠学生自己去发现问题、解决问题，获取知识。以上两种教学思想和教学方法，都是片面的、不正确的。

狭义地理解“知识”的含义，把学生认识的客体，只简单地认为是几个定义和几个公式，以及几种操作技能，忽视科学思维的地位和作用，等等，也是片面的、不正确的。

由此可见，只有正确地认识“三体”在整个教学过程中的地位和作用，正确地处理好“三体”彼此之间的相互关系，才能发挥各自的作用，使各个因素之间形成最佳的组合，发挥出教学系统的最佳整体功能。为此，应当明确：

第一，学生作为认识的主体，应理解为他们是培养、教育的对象。学生要在教师的指导下，发挥主观能动性，完成认识客体的任务，同时发展智力；

第二，学生认识的对象(客体)，是以间接的、系统的知识(包括科学思维等)为主。

学生的认识对象，主要是经过前人无数次实践总结概括出来的成果。中学生的学习任务，是学习间接知识，接受真理，而不是发现真理。学生学习的知识是根据社会的需要，从人类知识宝库中精选出来的、最基本的、且能够接受的材料。教学中组织学生参加一些实践活动，或在课堂内做探索性的实验，是给学生创造学习环境，提供更多的感性知识、思维材料，加深对所学知识的理解和巩固，熟悉和掌握认识问题、处理问题和解决问题的科学方法，为掌握知识，发展能力，形成科学的世界观打好基础。

第三，教师是整个教学过程的组织者和学生学习的指导者。

教师首先要认识客体，根据教学要求，充分发挥教学设备、教材等其它媒体的作用，创造特定的教学环境，深入了解学生的特点，激发学习兴趣，引导学生积极思维活动，这是提高教学质量的关键。

教师之所以要发挥主导作用，就是因为在教学过程中，教师是直接担负着落实教学目的、完成教学任务的设计者和组织者。学生学习兴趣、情绪、意志的培养，知识的掌握，能力的发展，都决定于教师的水平，教师发挥主导作用的程度。

总之，教学过程是学生在教师指导下，在特定的教学环境中掌握知识、技能和方法，发展认识能力，养成科学的态

度和科学的作风的过程。教师要发挥主导作用，首先必须认识物理客体(物理学的内容、特点和物理思维方法)，深入了解学生；在此基础上，创造物理学习环境，认真处理教材，选择教学手段和教学方法，达到预期的教学目的。

二、物理教学中的科学思维方法

物理学是观察、实验与科学思维相结合的产物。

观察、实验，是了解物理现象，是测量有关数据和获得感性知识的源泉，是形成、发展和检验物理理论的实践基础。

思维，是人脑对客观世界的一种间接的、概括的反映，是人的重要功能，是将观察、实验所取得的资料进行加工，上升为理性认识的过程。

从感性到理性的认识，并不是感性材料的简单堆砌，从已知的理性认识到更深层次的认识，也不是一些材料的简单变换，而是要经过分析、比较、抽象、概括、判断、推理、想象等一系列的加工，这种认识加工过程，叫做科学思维。

中学物理教学中，应当突出的科学思维方法，主要有科学的抽象和科学的推理。

1. 科学的抽象

客观存在的事物、现象，往往是错综复杂的，由于它处于多种条件下而具有多方面的特性。然而，在一定的现象中，并不是所有的条件，所有的性质都起着同等重要的作用，因此，为了便于研究，采取暂时舍弃个别的、非本质的因素，突出主要因素的方法，这种科学的处理方法(理想化方法)，叫做科学的抽象。

科学的理想化，是根据大量的物理现象和实验事实，经

过分析、想象等思维活动，对现实进行的一种高度抽象和概括。

中学物理中所研究的物体和过程，多是利用科学抽象理想化的方法建立起来的理想化模型和理想化过程。

例如，质点、刚体、理想气体、点电荷、点光源、光滑表面、绝对黑体……，这些研究对象都是理想化的模型；

又如，匀速直线运动、匀变速直线运动、匀速圆周运动、抛体运动、简谐振动、等压变化、等温变化、绝热变化……，这些过程都是理想化的过程。

把复杂的、具体的物体或现象，用简单的模型来代替，可以简化问题，突出主要因素，便于研究它的性质，便于找出其中的规律。研究理想化模型，一方面具有现实意义，因为在一定范围内，或在要求误差允许的条件下，可以把许多实际物体或现象，几乎看作是某个理想化的模型来处理；另一方面，它是一种重要的科学研究方法，因为解决了主要矛盾之后再考虑次要因素，问题就容易得到解决。

因此，在物理教学中，应使学生掌握这种科学抽象的思维方法。首先，应使学生明确物理概念和各种模型是根据哪些事实、是怎样建立起来的？它的适用范围、适用条件又是怎样的？其次，应使学生学会把实际的物体或现象，在某种条件下，看作是学过的模型中的哪个模型。这是运用所学知识解决实际问题的关键。

2. 科学的推理

推理是根据一个或一些判断，得出另一个新判断的思维形式。按照思维进程的不同，推理可分为归纳推理、演绎推理、类比推理。

(1) 归纳推理

归纳推理是由个别性的前提，推出一般性规律的方法。

归纳推理的过程是：根据观察、实验获得的材料，分别得知关于个别事物的知识，再经过分析、比较、综合、概括，得出一般性的规律。

根据逻辑学的分类，归纳推理又可分为简单枚举归纳推理、完全归纳推理和科学归纳推理。

例如，根据天文观测得知：地球是运动的；月球是运动的；金星是运动的。于是得出结论：太阳系的所有天体都是运动的。这种归纳推理叫做简单枚举归纳推理。由于它只是知其然，不知其所以然，而且所得结论未经实验检验，从而是未必完全正确的。因此，在物理教学中，采用这种归纳推理时，应向学生说明，所得结论，必须要经过实验检验才能成立。

又如，通过天文观察、测量得知：木星以椭圆轨道绕太阳运动，金星、地球、火星、水星、土星、天王星、海王星、冥王星也以椭圆轨道绕太阳运动，于是得出结论：太阳系的九大行星都以椭圆轨道绕太阳运动。这种归纳推理叫做完全归纳推理。显然，完全归纳推理具有不容置疑的意义。然而，在物理教学中，不可能都采用这种归纳推理方法。

再如，通过实验发现：铁受热后膨胀，银、铜受热后也膨胀。经过分析知道：铁、银、铜等金属受热后，分子运动加剧，反抗分子间相互作用束缚的本领增强，从而分子间的距离增大，即体积膨胀。最后得出结论：所有纯金属受热后，其体积都要膨胀。由于它不仅仅是把大量实验事实归纳起来，而且探求了事物的本质，从而发现规律，因此，这种推理叫做科学归纳推理。这在物理教学中是经常采用的。

(2) 演绎推理

演绎推理是从一般性的判断推出个别性的判断，即从一般性规律推出个别性规律的思维形式。

演绎推理的思维过程是：根据已知的一般性规律，通过分析、比较，或通过限制条件的、运用数学的推导，得出个别性的规律。

例如，已知质点的动力学规律——牛顿第二运动定律：

$$\vec{F} = \frac{d\vec{mv}}{dt}$$

可以推理得出质点的动量定理，因为冲量是描写力对时间的积累作用的物理量，所以

$$\int \vec{F} dt = \int \frac{d\vec{mv}}{dt} dt = \Delta \vec{mv}$$

也可以推理得出质点的动能定理，因为功是描写力对空间积累作用的物理量，所以

$$\begin{aligned} \int \vec{F} \cdot d\vec{s} &= \int \frac{d\vec{mv}}{dt} \cdot d\vec{s} \\ &= \int \vec{mv} \cdot d\vec{v} = \Delta \frac{1}{2} mv^2 \end{aligned}$$

再如，已知均匀磁场对载流导线施以力的作用，其大小为

$$F = I l B$$

上式适用于载流直导线垂直于磁场方向放置的情况。根据这一规律，可利用演绎推理法得出运动电荷在磁场中受力的大小。

因为电流是自由电荷的定向运动（正电荷移动的方向为电流方向），磁场对载流导线的作用力，可视为磁场对导线中定向运动的自由电荷的作用力的总和。设每米导线中有 n

个自由电子，长为 l 米的导线共有 nl 个自由电荷，每个电荷的电量为 q ，电荷定向运动的速度为 v 。

根据电流强度的定义，得知

$$I = nqv$$

则

$$\begin{aligned} F &= IlB \\ &= nqvlB \end{aligned}$$

因此，磁场对每个垂直于磁场方向运动的自由电荷的作用力(洛伦磁力)的大小为

$$\begin{aligned} f &= \frac{F}{nl} \\ &= qvB \end{aligned}$$

(3) 类比推理

类比推理是从个别的、特殊的判断，推出另一个别的、特殊的判断，即根据两个或两类对象有部分属性相同，从而推出它们的其它属性也可能相同的推理，简称为类比。

类比与比喻不同，比喻是用有某些类似点的事物来比拟想要说的某一事物，它是一种重要的修辞方法，目的是使人们对所要说的事情获得生动、鲜明而深刻的印象。类比是一种重要的逻辑推理方法，是由已知的相同点推出未知的、可能的相同点。

类比推理的思维过程是从特殊过渡到特殊，目的是使人们从已知的事物去认识新的事物。

惠更斯把光现象与声现象进行类比，根据光也象声那样能够发生反射、折射，从而推出光也是一种波动，提出光的波动说；德布罗意根据光的波粒二象性而提出微观粒子也具

有波动性，提出了物质波的概念……这些都是物理学史上应用类比方法提出假说的实例

在物理教学中，把电场与重力场类比，把磁场与电场类比，把电流与水流类比，把转动与平动类比，等等，都是经常采用的类比方法。

应当指出，类比推理仅是根据简单比较而进行的推理，并不具体分析属性间联系的性质，因此，它不能准确地表明属性间的关系，从而推出的结论是或然的，其结论仍需要经过实践的检验。

提高类比推理结论的可靠程度的方法，通常是更多地比较两个或两类事物的属性，比较的属性越多，属性间相互制约的情况越容易被看出，因此，结论就更趋于正确；或者通过寻找有无与结论相排斥的属性，这样就可以防止不正确的结论出现。

在物理教学中，用类比推理讲述知识，既要注意相类比的事物间的相似之处，也要注意事物之间的差异，因为差异可以限制类比的结论。

三、物理教学基本原则

任何事物和现象，都具有自己的特点，从而具有它本身的规律，教学过程同样是这样。

各门学科的教学，由于它们的研究对象、研究方法的不同，均有各自特殊的内容、方法和活动方式。

物理教学，除应遵循教学过程的一般规律之外，还应从物理学科本身的特点出发，结合学生学习物理的心理因素及认知结构，发挥周围物理环境的作用来组织教学。

在物理教学过程中，必须遵循的基本要求，即物理教学

基本原则，主要有以下几点：

1. 科学地处理、组织教学内容，贯彻少、精、活的原则

物理教师引导学生掌握物理知识的过程，实质上是把人类积累起来的认识物理现象的成果转化为学生个体认识的过程。学生认识的对象主要是前人无数次实践总结出来的、系统的物理知识，即根据社会的需求、学生的年龄特征、智力发展水平，精选出来的最基本的材料。它以书本知识的形式体现出来。

因此，物理教师应当根据各部分内容在整体中所占的地位、现代生活和生产技术中的应用情况以及学生的实际水平，科学地处理教材，突出重点，狠抓关键，贯彻少、精、活的原则。

“少”的目的是分清主次，突出重点，从实际出发，精选内容。少是为了学生真正学到一些东西。

“精”是在最有生命力的、最重要的基础知识上学得扎实一些，学得好一些。

“活”是把知识与能力统一起来，能够把所学的知识转变为自己的实际行动，能够举一反三，以一贯十。

2. 创造学习物理环境，必须让学生做实验

学习物理，首先就要对事物和现象进行细心地观察，使学生具有生动、具体的感性知识，这是获得知识的源泉，提供思维加工的丰富资料。

在物理教学中，教师必须创造学习物理的环境，使客观事物、现象形象化，便于学生观察，便于学生自己创造条件、亲自动手实验观察。只有这样，才有利于学生了解现象，取得资料，发掘问题，积极思考。

特别应当指出，物理实验是用以探讨物理问题的最适宜

的物理环境。在这个环境中可以使学生得到全面的训练。

3. 教学过程中要立足于发展学生思维能力

知识是人们在实践活动中对客观世界的认识和总结，是反映自然现象和事物本质属性的概念和规律。

能力是顺利完成某种活动的心理特征，是认识事物、探索知识的本领。

知识和能力的本质不同，但它们的关系极为密切。知识是发展能力的内容和基础，只有在掌握知识的过程中才能发展能力；而能力的提高又为今后进一步掌握知识提供有力的条件。因此，必须寓能力于掌握知识之中，掌握知识必须立足于发展能力。

发展学生思维能力的途径一般是：观察、抽象、概括、理解、想象等。

观察过程，不仅仅是感觉的过程，而是知觉的过程，其中有分析、综合、比较、归纳，甚至也包含有猜想，实际上也是一种思维活动；

抽象、概括过程，是对所观察到的资料，舍弃非本质的属性，把共同的，本质的属性概括起来，反映研究对象内部规律的过程，建立概念和规律，是较深入一层次的思维活动；

理解过程，是运用已有的经验、知识去认识一种事物与其它事物的区别和联系，从而加深认识事物内部的规律。指导学生学习，重点应放在理解学习上；

想象过程，是在理解的基础上，在头脑中构成自己从未经历过的事物的新形象，或用口头语言，或用文字描述，形成相应事物形象的活动。这种活动不是凭空臆造的，而是综合已有知识和经验的实际结果，是在活动过程中发生、发