

帮助学生  
构筑科学思维  
模式

教学高手系列

# 物理语言 教学论

段玉文◎著

 华东师范大学出版社

教学高手系列

# 物理语言 教学论

段玉文◎著

## 图书在版编目(CIP)数据

物理语言教学论/段玉文著. —上海:华东师范大学出版社, 2018

ISBN 978 - 7 - 5675 - 7394 - 9

I. ①物… II. ①段… III. ①物理教学—教学研究—  
IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 006532 号

## 物理语言教学论

著 者 段玉文  
责任编辑 刘 佳  
特约审读 赵 迪  
装帧设计 卢晓红

出版发行 华东师范大学出版社  
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062  
网 址 [www.ecnupress.com.cn](http://www.ecnupress.com.cn)  
电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105  
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887  
地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口  
网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com>

印 刷 者 常熟高专印刷有限公司  
开 本 787×1092 16 开  
印 张 14  
字 数 209 千字  
版 次 2018 年 4 月第 1 版  
印 次 2018 年 4 月第 1 次  
书 号 ISBN 978 - 7 - 5675 - 7394 - 9/O · 282  
定 价 48.00 元

出版人 王 焰

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

## 第一章 物理语言及问题表征概述 / 1

第一节 物理语言 / 2

第二节 物理语言表征的形式 / 12

第三节 问题和问题表征 / 26

## 第二章 物理语言表征问题能力及其影响因素 / 35

第一节 物理语言表征问题的能力要素及其思维模式 / 36

第二节 物理语言表征问题的障碍分析 / 43

第三节 物理语言表征问题能力的内部形成机制 / 49

第四节 物理语言表征问题能力的外部作用机制 / 55

第五节 高中生物理语言表征问题能力的现状调查 / 61

### 第三章 物理语言表征教学概论 / 77

- 第一节 物理语言表征教学概述 / 78
- 第二节 物理语言表征教学的基本原则 / 81
- 第三节 物理语言表征教学的实施途径 / 86

### 第四章 物理语言表征问题的教学策略 / 91

- 第一节 物理语言表征问题的原型启发教学策略 / 95
- 第二节 物理语言表征问题的模型建构教学策略 / 101
- 第三节 物理语言表征问题的样例类比教学策略 / 107
- 第四节 物理语言表征问题的规则引导教学策略 / 116
- 第五节 物理语言表征问题的范式结构教学策略 / 124

## 第五章 物理语言表征问题能力的思维方式 / 131

第一节 物理语言表征问题能力的思维操作要求 / 132

第二节 物理语言表征问题能力的思维教学实例 / 141

第三节 物理图像表征在学生创新思维培养中的作用 / 150

## 第六章 物理语言表征问题的教学案例 / 159

第一节 物理语言表征问题的教学要素 / 160

第二节 基于样例类比的物理习题课教学设计 / 168

第三节 基于规则引导的物理复习课教学设计 / 178

第四节 数字化实验表征及其活动设计 / 186

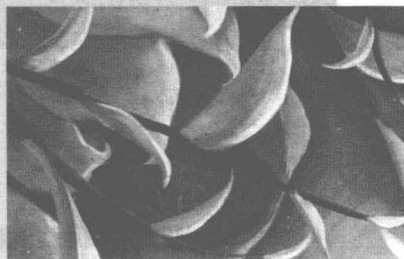
## 第七章 物理语言教学过程的有效性 / 197

第一节 物理语言教学过程有效性的特征 / 198

第二节 物理语言教学过程的精心预设 / 205

第三节 物理语言教学过程的有效动态调控 / 210

## 参考文献 / 214



## 第一章

# 物理语言及问题表征概述

### 第一节 物理语言

### 第二节 物理语言表征的形式

### 第三节 问题和问题表征

## 第一节 物理语言

21 世纪是以知识的创新和应用为重要特征的知识经济时代。知识经济时代的特征是科学技术迅猛发展,国际竞争日趋激烈,国力的强弱越来越取决于劳动者的素质。知识经济时代的特点对人才提出新的标准:不仅要有强大的学习能力,而且要有运用知识的能力;不仅要有强大的思维创新能力,而且要有准确恰当的语言表达能力;不仅要有敏锐的发现和提出问题的能力,还要有解决问题的能力。中学教育阶段,是在知识上和能力上为今后的工作和学习打基础的时期,对人一生的发展有着特殊的重要意义。物理学是研究物质的基本结构、相互作用和基本运动规律的学科,是一切自然科学的基础,在中学的各门课程中,物理课的作用是不可替代的。我们的物理教育要适应知识经济时代,必须转变教育观念,以学生的发展为中心,在教学中应重视培养学生解决物理问题的能力。

### 一、语言概述

#### 1. 语言

目前,语言学对语言的研究最为深入具体。语言学家对语言下了种种定义,例如:语言是形成思想的工具。

语言是一种表达观念的符号系统……

语言是人跟人互通信息、用发音器官发出来的、成系统的行为方式。

语言是人类最重要的交际工具。人们利用它来互相交际、交流思想,达到目的。



语言是同思维直接联系的,它是思维的工具……

语言是一种语音语义相结合的交际工具……

国家权威性辞书的定义有:

**【语言】**人类所特有的用来表达意思、交流思想的工具,是一种特殊的表象,由语音、词汇和语法构成一定的系统。

**【语言】**人类最重要的交际工具。它同思维有密切的联系,是人类形成和表达思想的手段,也是人类社会最基本的信息载体。

## 2. 语言和言语

语言和言语是两个不同的概念。语言是以词为基本单位、以语法为构造规则的符号系统,是人类所特有的最重要的交际工具。言语是人们利用某种语言来表达自己的思想或与其他人进行交往的过程。他们之间的不同在于:语言是代码,言语是信息。语言是交际的工具,而言语是交际的过程。语言是一种社会现象,而言语是人的心理现象。因此,言语活动离不开语言,言语离开语言就无法表达思想和意见,无法进行有效的交际活动;语言也离不开言语,离开语言就不能发挥交际工具的作用。语言的存在依存于社会,言语的存在依存于个体。二者的关系,简单地说好似工具与使用工具的关系。语言是工具,言语是使用语言的活动过程。因为在日常生活中语言与言语密不可分,所以人们有时候并未把二者严格地加以区分。在某些情况下,常用语言这个术语兼指语言和言语两个概念的含义。本书对语言和言语作了区分。

## 3. 语言与思维

“语言是思维的外壳”,思维是人脑对客观事物的本质属性和内部规律性的间接和概括的反映。

追溯思维与语言研究的历史,从柏拉图到华生、沃尔夫、布朗、皮亚杰、乔姆斯基和福多,从马克思、恩格斯对思维与语言的论述到20世纪中后期东西方掀起的研究热潮,对思维和语言关系的探讨一直众说纷纭,各执己见。有学者把历史上各路纷争归结为5种:①思维等同于语言;②语言决定思维;③语言影响思维;④思维决定语言;⑤思维和语言相互独立。在当代研究中,虽然研究者力图用综合的、动态的观点对待

思维与语言问题,但对二者之间具体是什么样的关系,在认知加工过程中如何起作用等仍模糊不清,对问题的解决也显得过于折衷和牵强。但是不可否认的是:语言和思维一经产生便常互相作用和影响,互相推进和制约。这表现在:语言与思维是人类进化和发展的共同的必然结果。语言是思维的载体,思维是语言发展的动力;语言的组织过程由思维完成,思维靠语言作为承担工具或手段。反之,没有语言的表达方式,思维就没有实际意义。而思维又影响语言表达,制约着具体的语言表达方式和内容。

思维与语言密切联系不可分离。语言和思维二者的关系应该是动力的、功能的、错综复杂的关系。维特根斯坦认为,语言与思维是形式与内容的关系,没有内容的形式和没有形式的内容都没有意义,语言和思维因而是一体的。前苏联著名心理学家维果茨基认为,思维与语言的关系始终是一个过程,从思维向语言的运动和从语言向思维的运动。语言是思维的工具,语言对思维有概括和调节的作用,人们借助语言才能对事物进行抽象、概括,反过来,又借助思维对人们的语言进行调节。语言也是内部智力活动的工具,学生掌握知识必须通过语言,学生掌握语言本身是向内部转化的过程,即内化的过程,同时也是向外部表达的过程。前苏联心理学家加里培林的智力形成学说认为,智力的发展要经过活动的定向阶段、物质式物质化阶段、出声的外部语言阶段、不出声的外部语言阶段、内部语言阶段。著名的心理学家皮亚杰则明确指出,语言是智力发展的促进者。他们的相互作用会随着个体的发展阶段和思维任务的性质而发生变化。抽象的思维必须以语言作为工具,但思维并不等于语言,因此,语言与思维的关系可归纳为:首先,语言和思维是相互作用的,二者的关系是双向的。其次语言和思维的关系在发展上是随年龄阶段的变化而变化的。在个体尚未获得语言之前,认知是获得语言的基础,对语言的发展起决定性影响。但随着语言的不断发展,认知活动也日益受到语言的调节和指导。认知结构的建立有赖于语言所传递的经验,于是二者的作用就日趋明显。当扩展的外部语言内化为无声而减缩的内部言语以后,言语已作为抽象思维活动的工具而发挥作用。最后,语言和思维的关系随思维任务的性质而变化。

#### 4. 语言的理解

伽达默尔认为理解是在语言中的理解,他说:“所谓理解就是在语言上取得相互一

致,而不是说使自己置身于他人的思想之中并设身处地地领会他人的经验。”因为人与人之间由于经验差异导致彼此思想之间的距离使人不能“设身处地”,或者说根源于不同生活过程会导致语言之间的意义上的差异,这种差异可以在语言这一共同的事件中得到沟通和理解。语言作为文字流传物承载着文化,承载着历史。对于不同的语言,人们在翻译中将其与生活经验相融合找到一种既适合于原文又适合自己的语言。而人们之间的谈话不仅使理解得以实现,并且在语言中达到了事物的完全意义的涌现和认识的真理性的实现。可见:语言是事物的载体,理解是对语言的认知过程。

人类的沟通与合作是以语言为媒介的。教学就是在师生学习共同体之间以语言为媒介进行的语言性沟通或语言性活动的具体表现,其实质是一种平等“对话”。有效的教学就是利用情景、协作、会话等学习要素,充分发挥学生的主动性、积极性,最终实现知识的意义建构过程。为此,钟启泉指出:“真正的教学过程应当是学习主体(学生)和教育主体(教师,包括环境)交往作用的过程。然而,20世纪的教育形态可以说是以‘教室中心、教师中心、课本中心’为特征的。这是一种适用于‘教授’知识技能的教学形态,即‘传道、授业、解惑’的教学形态。在这种形态中,教师的作用只是牢牢地控制住学生,传授现成的书本知识。21世纪新型的基础教育所需要的是培养学生在未来瞬息万变的社会中的‘生存力’,并为此设计、组织相应的学生活动的主体的应答性的学习环境。这意味着未来的教学将从‘人—人(man-to-man)’系统转变为‘人—环境(man-to-environment)’系统。要使学生成为自主知识的‘习得者’就必须构建一种新的系统,这种新的系统便是‘人—应答性学习环境’的系统,这里的‘人’是指学生。”学生的语言能力在这个系统中起着至关重要的作用。

## 5. 语言的创造

乔姆斯基认为人类最显著的特点就是语言的创造性。的确,一个人能够说出前所未有的说过的话语,写出前所未有的写过的妙句,使得语言随社会的变迁而变化,这本身就是创造。其实这个创造性来自于人的理解。“只要人在理解,理解便会不同。除非迫于政治或宗教方面的压力而缩口无声,人只要思想着,理解着,就会出现‘百家争鸣’的思想状态。‘百家争鸣’不是允许或由开明政治赐予的问题,它是历史中的人在理解时

所必然要发生的事实,一种思想的事实。理解总是多元的。”创造源于语言中的不确定性理解,展现了一种未完成的丰富性。事物在语言中涌现的不确定性及理解的不断生成所构成的丰富性使有限性向无限性扩展,甚至它本身就是一种无限运动,因此理解本身即是创造。这样一来,创造便处处可见,创造就是人类的本质特征。

## 二、物理语言的基本形式

物理语言是以物理符号为主要词汇,物理概念、定理、定律、公式等为语法规则构成的一种科学语言,它和自然语言(语言学中的语言,如汉语)一样是人类思维长期发展的成果。

物理语言是一种特有的科学语言,它有自己的词汇和语法规则,是表述物理内容和物理思维结果的必要工具。物理语言可分为抽象性物理语言和直观性物理语言,包括物理概念、术语、符号、公式、图形、图像、规律等。

### 1. 概念语言

物理概念是组成物理学的基本单元,也是物理语言中的基本语言。如力、质量、速度、加速度、功、机械能、电压、磁场、电场等,它们都有特定的含义,是一种特定的语言。内行人一遇到它们就会产生与生活用语中它们的意义截然不同的认知思维活动。还有像“磁通密度”、“磁感应强度”等概念,要求学生不但要理解它们的内涵,还必须知道它们的外延。因此,物理概念是传播物理知识的基本语言。

### 2. 符号语言

物理学中所有的物理量及其单位,都有一个专用的符号与之对应(并且物理量的符号与物理量单位的符号不得混淆),还有电路元件符号,磁极符号,交、直流电符号等。学生掌握了这些符号语言后,在听课、笔记、阅读、解题时,只要一看到符号,就会立即跟对应的物理知识联系起来,从而提高学习效率和交流能力。物理符号是物理学的基础语言,在教学中必须高度重视。

### 3. 规律语言

物理规律是有关物理概念之间内在联系和规律性的反映,而用符号表示物理规律的公式则是构成物理学大厦的栋梁,是沟通物理其他语言的主干语言。如  $F = ma$ 、 $I = \frac{U}{R}$ 、 $Q = I^2 R t$  等,每一个物理公式都相应描述了一个物理规律,且有它特定的物理意义。学生只要掌握并理解了物理公式,就可以把内容广泛的冗长叙述的物理定律牢记于心了。学生既减少了记忆负担,又锻炼了自己的逻辑思维能力,它是提高物理学习效率的主干语言。

### 4. 辅助语言

中学物理中,有许多示意图,它们载负的内涵是一种在通常条件下看不见、摸不到的物理现象、过程和规律,如受力图、光路图、电路图,它们虽然简单,但“言简意赅”。人们一看到它们,便能顺其示意,深入想象,接受物理信息,交流物理意义,它是提高教学质量的辅助工具,也是物理学的辅助语言。

物理语言根据其表现形式又可分为文字语言、符号语言、图表语言三类。

#### 1. 文字语言

物理中的文字语言是物理化了的自然语言,或者称为自然语言中的物理语言。自然语言常具有模糊性,而物理语言是严谨的。所以,物理中的文字语言不是自然语言文本的简单移植或组合,而是经过一定的加工、改造、限定、精确化而形成的。例如:含有物体所有质量的点称为质点。

#### 2. 符号语言

莱布尼兹曾说过:“要发明,就要挑选恰当的符号。”符号语言是物理学中通用的简练的特有语言,其主要成分是物理符号,这既包括最为简单的物理量和单位符号,也包括由现代的数理逻辑研究所发展起来的完整的符号系统。

在物理学发展史上,从物理符号的产生到体系的形成,经历了漫长而曲折的道路。所谓物理符号,一般说来,指的是物理科学中用来表示所研究对象的概念、定理、定律、运算、关系等的符号组成的集合。每个物理符号的意义指的是针对符号形式规定的符号内容,以及与有关符号结合方式的规定。

### 3. 图表语言

图表语言是指包含一定物理信息的各种图或表,可以分为:图形语言(示意图、电路图、光路图、装置图等),图像语言(函数图像或统计分布图等)和表格语言(实验数据表、铭牌数据表等),它们是物理形象思维的载体和中介,也是数学思维的重要材料和结果,而且还是进行抽象思维的一个重要工具。掌握图表语言是现代社会的要求,现代人必须学会读图,掌握图表语言,要能够从图形、图像和表格中读出蕴涵的信息来。

## 三、物理语言的特点

### 1. 物理语言具有实践性

物理学以观察、实验为基础,是一门实验科学,其定律、定理大都建立在实验基础之上,有些甚至是通过理想模型的建立推理想象得到的,因此对现象、过程的观察与理解成为对定律、定理感性认识的第一步。而这种理解只有转化为学生的语言才能说明学生对物理事实和现象获得了明确、具体的认识,因此物理语言具有实践性。

### 2. 物理语言具有具象性

物理学与生产、生活实际联系紧密,是一门应用广泛的基础科学。悟物通理,学以致用,是学习物理的宗旨所在,只有把物理知识与生产、生活实际联系起来,与发生在学生身边的物理现象联系起来,才能渗透科学、技术、社会、环境(STSE)的思想。而衡量学生“通理否?”和“致用否?”的直观表现就是学生能否将知识与实际的相似之处陈述出来,能否用自己的语言将道理讲清楚,因此物理语言具有具象性。

### 3. 物理语言具有严谨性

物理学具有清晰而严谨的结构性,是一门严密的理论科学,环环相扣、层层递进显示了物理学的基本结构。学生只有了解了物理学的基本结构,理解基本概念和基本规律以及它们之间的相互联系,才能进行知识、能力和技能的迁移。而只有对基本概念和基本规律的内涵认识得足够深入才能自如运用,“深入”不是指对公式的记忆和运算,而是要求对内容表述的理解要透过字面达到本质。检验“深入”的直观方法就是学

生能用自己的语言将主观形成的意识表达出来。

#### 4. 物理语言具有量化性

物理学具有严格的数学量化性,是一门定量科学。把物理问题抽象为数学问题或把数学问题转变为物理问题的训练,能够加深对物理问题的理解,了解数学知识在自然科学中的重要作用。在这其中数学公式是物理与数学相联系的桥梁,但是,在物理学中公式的选择不单是计算的需要,它更多地包含有物理思想和实际意义,因此衡量选择的标准就要看学生对问题的理解程度以及对概念、定律、定理的理解深度。

#### 5. 物理语言具有哲理性

物理学具有明晰的哲理性,是一门带有方法论性质的科学,学习物理本身就是潜移默化地培养学生的辩证唯物主义世界观。而让学生有意识地运用辩证唯物主义的思想、方法和观点来阐述物理知识,可以使学生更加自觉、积极、主动地去学习物理,同时也能培养学生实事求是的科学态度,这种科学态度反过来也会促使学生学会科学、严谨、真实的表达。

#### 6. 物理语言具有科学美

物理知识中蕴涵着科学美,物理知识本身充满对称美、和谐美、简单美、守恒美、统一美。物理知识的表达也不仅仅是注重修饰语,而是更加关注词语、句子之间的关系,关注表述的内容本身的严密性。教师的“教”是一个将物理学所蕴藏的“美”充分地展示、显露出来的过程,而这种艺术感召力也促使学生学好物理语言,构建自己的表达。

### 四、物理语言在中学物理教学中的地位与作用

#### 1. 学习物理的过程,也是学习、熟悉、掌握物理语言的过程

物理学的发展过程也是物理语言完善和发展的过程。随着物理学的发展,物理学中不断地淘汰了一些旧的概念和规律,同时也不断地出现了许多的新的概念和规律,这就使得物理语言在不断地更新变化。特别需要强调的是,为了物理学发展的需要,

物理学家们还在不断地创造发展着一些全新的语言。比如牛顿为研究和描述变速运动,创立了微积分这门全新的数学语言。为了物理学发展的需要,物理学家们还在不断地寻找和发掘一些数学理论,把它变成自己的语言,比如,概率论、矩阵代数、多元积分和偏微分的出现等等。创造和采用合适的语言去研究和描述物理问题,也是物理学中的重要思想和方法。很显然,物理语言中不仅记录着物理学的思想,也承载着物理学的方法。因此,学习并逐步掌握物理语言,是帮助我们得以进入物理王国,并且保证我们能在其中生存发展的必要条件。对于初学物理的中学生来说,只有突破物理语言,才能真正掌握开启物理学金锁的入门钥匙。

## 2. 物理语言是中学物理教学中必须面对的难关

中学生是物理的初学者,物理也是学生第一门系统学习的自然科学。物理语言承载着所有的物理知识,从中学生的认知能力和个性心理特征来分析,物理语言必将成为学生必须面对的难关。认知,即个人以已有的知识结构同化或顺应新知识从而在头脑中重构和应用知识。认知能力是个人在重构和应用知识时所具备的能力。学生认知能力指学生掌握和运用知识的各种能力,是由基础知识、学习方法和策略要素优化组合的整体。这种能力当其作用于学生观察、思维、记忆、想象及注意等心理活动能力时,称之为一般性认知能力。当其作用于促进学生主动获取某一学科知识的方法和策略时称之为学科性认知能力。事实上,我们的学生还处在特殊的年龄阶段,认知资源和知识储备不足,认知水平较低,如果面对一个超出其认知水平和知识储备的物理语言会视而不见。因为其所具备的知识体系还无法与物理语言所描述的问题情境建立联系,不可能构成对个体的有效刺激,也就无法找到解题的思路和办法。所以说学生不能熟练地掌握物理语言与学生自身的认知能力相对较弱密切相关。

## 3. 不能理解物理语言就无法进行中学物理学习

物理学是研究物质结构及其规律的一门综合性很强的自然科学,有一套符合本学科特点的语言。中学物理虽然是比较浅显的,但它是一门专业而系统的自然科学,涉及物理学中的力学、热学、电学、光学和原子物理等方方面面,讲述了物理学中的基本原理和规律,都是用科学的物理语言描述的。比如对于“物体”和“物质”这两个概念,



如果学生不能理解,将无法学习质量、密度、比热容、惯性定律等很多知识。学生必须能够将物理语言和生活中的自然语言进行自然的衔接和转化,才能将物理语言所描述的与实际的情景联系起来。比如学习浮力中的漂浮、上浮、悬浮、下沉和沉底,学生只有理解了并能将其所描述的现象在大脑中呈现出来,才能用物体的浮沉条件来解决相关的问题。所以学生如果不能很好地掌握物理语言就根本无法进行物理的学习,更谈不上用物理知识解决实际中的问题了。

#### 4. 语言能力是自主学习、获取知识的途径

当今时代,学生在学校所学的知识大多是相对稳定的基础知识,这与科学技术的迅猛发展和社会生产的迫切需要的差距越来越大。经典力学的研究已接近完美,可是相对论、量子论的发展、新科学的出现都要求我们必须加速获取知识,这就需要努力培养能力,特别是自学能力。自学能力是一种较为复杂的特殊能力。它是阅读力、思考力、自检力、自制力、自控力、探求力、概括力、应变力和创新思维力的“合力”结果。这个“合力”并不是各种“力”的简单叠加,而是各种“力”之间相互作用、相互促进、发生量变到质变的一种“化学”反应。这些能力当中阅读理解能力是自学能力的最基础技能,因为知识通过语言传递,语言需要理解。检验理解的最直接的方法就是语言表达,只有用自己语言表达出来的才是自己真正掌握的,而通过不同侧面的理解和不同语言的表达才能将知识理解转化进而迁移运用。学生只有通过主动学习才有可能获得知识,发展能力,提高素质。