

王溢然 束炳如 主编

中学生物理思维方法丛书



10 类比

王溢然 张耀久 编著

中国科学技术大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

类比/王溢然,张耀久编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,
2015. 12

(中学生物理思维方法丛书)

ISBN 978-7-312-03794-8

I. 类… II. ①王… ②张… III. 中学物理课—教学参考资料
IV. G634. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 219964 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
<http://shop109383220.taobao.com>

印刷 安徽省瑞隆印务有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 880 mm×1230 mm 1/32

印张 8.625

字数 232 千

版次 2015 年 12 月第 1 版

印次 2015 年 12 月第 1 次印刷

定价 25.00 元

**每当理智缺乏可靠论证的思路时，
类比这个方法往往指引我们前进。**

——康德(德国哲学家)

序 1

在中学物理学习过程中,学生在获取知识的同时,还要重视从科学宝库中汲取思维营养,加强科学思维方法的训练.

思维方法的范畴很大,包括抽象思维、形象思维、直觉思维等.以抽象思维而言,又有众多的方法,在逻辑学中都有较严格的定义.对于以广大中学生为主的读者群,就思维科学意义上按照严格定义的方式去介绍这众多的思维方法,显然是没有必要的.由王溢然、束炳如同志主编的这套丛书,不追求思维科学意义上的完整,仅选取了在物理科学中最有影响、中学物理教学中最常见的思维方法(包括研究方法)为对象,在较为宽泛的意义上去展开,立意新颖,构思巧妙.全套丛书各册彼此独立,都以某一类或两类思维方法为主线,在物理学史的恢宏长卷中,撷取若干生动典型的事例,先把读者引入饶有兴趣的科学氛围中,向读者展示这种思维方法对人类在认识客观规律上的作用.然后,围绕这种思维方法,就其在中学物理教学中的功能和表现,及其在具体问题中的应用做了较为深入、全面的开掘,使读者能从物理学史和中学物理教学现实两方面较宽广的视野中,逐步领悟到众多思维方法的真谛.

这套丛书既不同于那些浩繁的物理学史典籍,也有别于那些艰深的科学研究方法论的专著,它融合了历史和方法,兼顾了一般与提高,联系了教学与实际,突出了对中学物理教学的指导作用,文笔生





动、图文并茂,称得上是一套融史料性、科学性、实用性、趣味性于一体的优秀课外读物。无论对广大中学生(包括中等文化程度的读者)还是对中学物理教师以及高等师范院校物理专业的学生,都不无裨益。

科学研究是一项艰巨的创造性劳动。任何科学发现和科学理论的诞生都是在一定的背景下,科学家精心的实验观测、复杂的思维活动的产物。在攀登道路上充满着坎坷和危机,并不是一帆风顺、一蹴而就的。科学家常常需及时地(有时甚至是痛苦地)调整自己的思维航向,才能顺利抵达成功的彼岸。因此,任何一项科学新发现、一种科学新理论的诞生,绝不会仅是某种单一思维活动的结果。这也就决定了丛书各册在史料的选用上必然存在某些重复和交叉。虽然这是一个不足之处,却也可以使读者的思维层次“多元化”。不过,作为整套丛书来说,如果在史料的选用上搭配得更精细一些、在思维活动的开掘上更深刻一些,将会使全书更臻完美。

我把这套丛书介绍给读者,首先希望引起广大中学生的兴趣,能从前辈科学家思维活动中汲取智慧,活化自己的思维,开发潜在的智能;其次希望中学物理教师在此基础上继续开展对学生思维方法训练的研究,致力于提高学生的素质,以适应新时期的需要;最后我也真诚地希望这套丛书能成为图书百花园中一朵惹人喜爱的花朵。

阎金铎

序 2

“中学生物理思维方法”是一个很诱人的课题。如果从我比较自觉地关注这个课题算起,要追溯到 20 世纪 80 年代。开始时,朴素的动因就是激发学生兴趣,丰富上课内容;后来,通过对许多科学研究方法论著作、思维学著作等的学习和教学实践,认识上逐步从传授知识层面提高到了对学生的学习能力乃至思维品质进行培养的高度。于是,在 90 年代中期,经过比较充分的积累,策划编写了这套思维方法丛书。

《中学生物理思维方法丛书》问世后,受到了广泛的关注,被列入国家新闻出版总署“八五”规划重点图书,还被推介到台湾出版了繁体字版(中国台湾新竹“凡异出版社”)。因此,作者受到了很大的鼓舞。

光阴荏苒,如今已进入 21 世纪。科学技术飞速发展,教学理念不断更新,教学的要求也随着时代前进的脚步有了很大的变化。当前,国际教育界大力提倡“科学的历史、哲学和科学”教育,希望借此更好地提高学生的科学素质。我国从新世纪开始试行的《高中物理课程标准》也明确提出同样的要求。中外教育家一致的认识——结合同物理教学内容,回顾前辈科学家创造足迹,无疑是了解科学本质、培养科学精神的一个重要途径。

本丛书的新一版继续坚持“科学史料、思维方法、中学教学”三结





合的内容特色,并补充了反映科学技术方面的新成果、新思想,尤其在结合中学物理教学方面有了很大的进展——删去或淡化了与当前中学物理教学联系不够紧密的某些枝叶,突出了主干知识;撤换了相对陈旧的某些问题,彰显了时代风貌;调整了某些内容,强化了服务对象。值得说明的是,在新一版中还选入了相当数量的近年高考题,这些问题集中反映了各地专家、学者的智慧,格外显得光彩熠熠、耐人寻味。因此,新一版内容更为丰满多彩,也更为贴近中学教学和学生实际,更好地体现了科学性、方法性、应用性、趣味性。希望能够继续被广大读者喜欢,也希望能够更好地使读者受到启发,有所得益,有所进步!

今后,随着时代的发展和中学物理教学要求的不断更新,新思想、新成果和教学中的新问题势必会层出不穷,但前辈科学家崇高的科研精神、深邃的思想和创造性思维方法的光辉,必将永远照耀着人们前进的道路!

在新一版问世之际,首先要衷心感谢我的良师益友、苏州大学物理系束炳如教授。从萌发编写丛书的想法开始,束先生就给予作者极大的鼓励、支持。编写过程中,作者与先生进行了难以计次的深夜长谈,他开阔的思路、活跃的创见和对具体问题深刻的分析指导,都给了作者极为有益的启发和帮助,让作者从中得到了强大的精神力量,也给作者留下了永不磨灭的记忆。借此机会,同时衷心感谢两位德高望重的原顾问周培源先生*和于光远先生**以往对本丛书的关爱;衷心感谢为本丛书作序的阎金铎教授***对作者的鼓励;衷心感谢

* 周培源(1902—1993),著名物理学家,中国科学院院士,曾任中国物理学会理事长、中国科学技术协会主席、北京大学校长等。

** 于光远(1915—2013),著名经济学家,中国社会科学院哲学社会科学学部委员,曾任国家计划委员会经济研究所所长、中国社会科学院副院长等。

*** 阎金铎,著名物理教育家,北京师范大学物理系教授、教科所所长,曾任中国教育学会物理教学研究会理事长等。

吴保让先生、倪汉彬先生、贾广善先生、刘国钧先生等曾为丛书审读初稿并提出了宝贵的修改意见；衷心感谢曾为丛书绘制精美插图的朱然先生；衷心感谢被引用为参考资料的原作者们；衷心感谢曾经对丛书大力支持的大象出版社；衷心感谢广大读者朋友对本丛书的厚爱。

本丛书相当于一个“系统工程”，编辑、出版需要花费大量的人力、物力。新一版的问世，跟中国科学技术大学出版社的鼎力支持是分不开的。在此，也代表所有作者对中国科学技术大学出版社和有关编辑室表示衷心的感谢。

不知哪位作家说过这样的话：写作的最大乐趣首先是在写作的过程中，作者与读者心灵交流；其次是作品出版后，能够被读者认可。虽然这套丛书不是文学创作的作品，我们也只是站立三尺讲台的中学老师，但是在编写过程中，内心时时有着一种极为强烈的冲动，有一个声音呼唤着：把我们在长期教学实践中所积累和思考的有关中学物理教与学的点滴认识、心得与中学物理教学界同行，尤其是广大的中学生朋友们进行交流、分享与探讨。实际上，书中有许多地方都包含着从以往学生的思维火花中演绎的方法。

本丛书的新一版，尽管我们思考了比较长的时间，编写中也都做了努力，但仍然难免会有疏漏乃至错误的地方，请读者发现后予以指正。

王溢然

2014年2月于苏州庆秀斋



前 言

在新事物面前,人们往往习惯于把它们与原有的、熟知的事物相比,这里蕴含的思想方法就是类比. 如果从阿基米德智鉴金王冠的简单共存类比算起,人们应用类比方法已有两千余年的悠久历史,类比曾激起许多哲学家、科学家、发明家丰富多彩的想象力,结晶出累累硕果.

在这本小册子中,我们先就类比的一般概念做简单介绍,接着摘取物理学发展史上精彩的实例和技术上有典型意义的成果,较详细地阐述类比在人们科学认识中的作用及其依赖于实践检验的关系. 然后,结合中学物理教学实际,介绍教学中较为常见的几种类比方法、类比的教学功能及其在分析、解决具体物理问题时的应用.

希望广大读者通过阅读本书,能进一步了解和掌握类比推理的方法,并能运用类比推理帮助自己理解和掌握物理知识;更希望能有助于启迪思维、拓宽思路,在探求未知世界奥秘的道路上迸发出创造发明的智慧火花.

作 者

2015 年 4 月



目 录

序 1	(i)
序 2	(iii)
前言	(vii)
1 关于类比的一般概念	(001)
1.1 从乐音和颜色谈起	(001)
1.2 类比的基本特征	(006)
1.3 类比与比喻、比较	(012)
1.4 类比与外推	(020)
2 类比在科学认识中的作用	(027)
2.1 类比是提出假设的重要途径	(027)
2.2 类比能有效地激发科学想象	(039)
2.3 类比可导致技术上的发明创造	(051)
2.4 类比为模拟实验提供逻辑基础	(063)
3 实践是检验类比结论的试金石	(073)
3.1 库仑的扭秤实验和电摆实验	(074)
3.2 欧姆的电流扭秤实验	(077)
3.3 赫兹实验与发明家的迷离	(082)





3.4	先找到儿子,再发现老子	(085)
3.5	斯特恩-盖拉赫实验中的难题	(087)
3.6	勒维烈的失误和汤波的成功	(093)
4	中学物理中常见的类比方法	(097)
4.1	简单共存类比	(097)
4.2	因果类比	(099)
4.3	数学类比	(102)
4.4	模型类比	(110)
5	类比对学习和运用物理知识的指导作用	(116)
5.1	类比的发现功能	(116)
5.2	类比的迁移功能	(122)
5.3	类比的模拟功能	(135)
5.4	类比的鉴别功能	(150)
6	类比在中学物理解题中的应用	(155)
6.1	类比的一般应用——以熟比生,化难为易	(156)
6.2	建立类比模型 触类旁通	(169)
6.3	展开类比联想 出奇制胜	(228)
6.4	模拟实验探究	(240)
6.5	防止错误类比	(248)
参考文献		(258)
后记		(260)





关于类比的一般概念



1.1 从乐音和颜色谈起

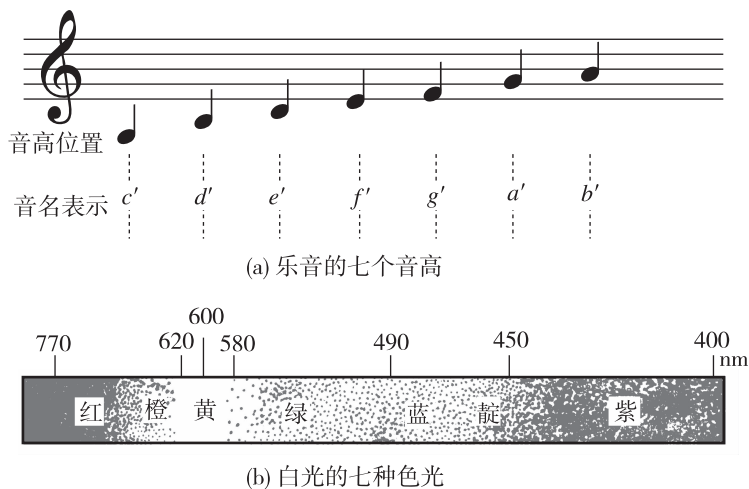


图 1.1 音高与色光

图 1.1(a)的五线谱表示的是乐音中的七个音高,图 1.1(b)是太阳光经过三棱镜后色散成的七种色光.音乐是心灵的呼唤,色光是眼睛的感觉,这似乎完全是两码事,但在伟大的物理学家牛顿(I. Newton)看来,它们却很相似(见表 1.1).





表 1.1

乐音	色光
发声体振动而发声	发光体振动而发光
按音调不同划分为 7 个音高 (1、2、3、4、5、6、7)	按折射率不同划分为 7 种颜色 (红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫)
每个音高都是一个纯音	每种色光都是单色光
不能认为两种不同的声音是一种 基本声音的不同程度	不能认为两种不同的颜色是一种 基本颜色的不同程度
7 个音高的组合为和声 (声音的谐和现象)	7 种单色光的组合为白光 (颜色的谐和现象)

表 1.1 中对色光与乐音所做的类比,是牛顿完成了著名的光的色散实验后领悟到的.那么,牛顿怎么会领悟到看起来毫不相干的两种现象之间的类比关系呢?这件事与牛顿的光的色散实验有关.

1.1.1 光的色散实验

众所周知,牛顿在光学领域中的一个重大成就,就是发现了光的色散现象.

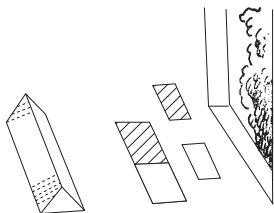


图 1.2 不同的色光
偏折不同

在欧洲文艺复兴后,笛卡儿(R. Descartes)和玻意耳(R. Boyle)等人都对光的颜色产生了兴趣,牛顿在他们的影响下,也对光的颜色进行了研究.1664 年,牛顿用一个简单的实验证明了不同颜色的光有不同的折射率.如图 1.2 所示,用一块长纸板,一半涂成红色,另一半涂成蓝色,把它放在窗口,隔着三棱镜用肉眼去观察.由于折射的结果,通过三棱镜看到它们的像都向着顶角方向偏移,好像被抬高了一些.但蓝色半边比红色半边升高得更多一些.牛顿写道:“这个实验显示出,产生蓝色的光线比产生红色的光线折射得更多……”

后来,在 1665 年至 1666 年间,牛顿正式地做了著名的光的色散实验.他在暗室的一扇窗上开了个小圆孔,让一束很窄的太阳光从这个小孔进入室内,射到三棱镜的一个侧面上,再在三棱镜后放一屏,如图 1.3 所示.结果在屏上观察到一个由各种颜色的圆斑组成的像.它们色序的排列,偏角最大的一端是紫光,偏角最小的一端是红光.

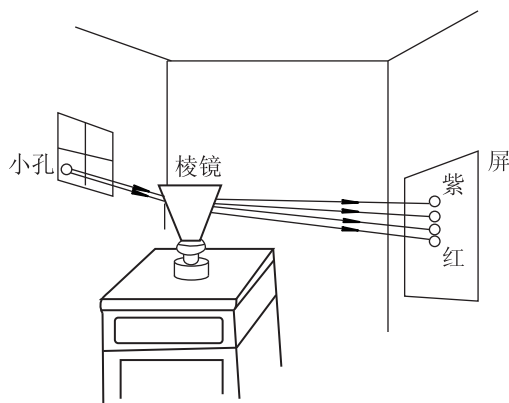


图 1.3 白光的色散实验

不过,这一实验还不足令人信服白光(太阳光)是由这些色光组成的.因为当时有人认为,这是由于白光和棱镜发生了相互作用的结果.于是,牛顿又设计了另一个实验.如图 1.4 所示,在上述实验的屏

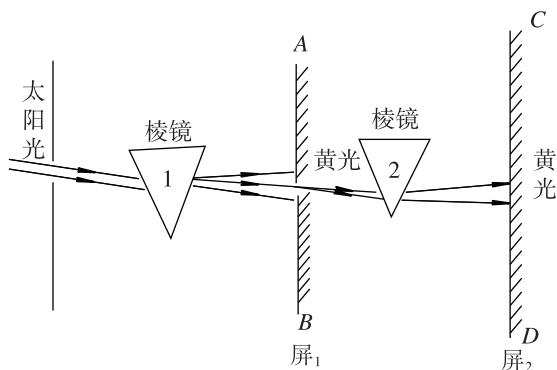


图 1.4 单色光通过三棱镜不再色散



上再开一个小孔,将其中的某种色光(如黄光)引出来再射到另一个三棱镜上.如果白光通过棱镜后变成各种颜色的光是由于白光与三棱镜发生了相互作用的结果.那么,引出的这种色光与棱镜相互作用也会改变颜色.结果,却只发现这种色光经过棱镜后仅发生了偏转,并不改变光的颜色.

为了进一步证明白光是由各种颜色的色光组成,牛顿还做了这样的一个实验:他用一个棱镜将白光分解所得到的各种色光,又让它们通过第二个顶角较大的倒置棱镜(见图 1.5),结果发现,不同的色光又会聚起来在屏上某一区域内重现出白光.

牛顿的这些实验,充分证明了白光确实有着复杂的成分,它能分解成折射率不同的各种颜色的色光.

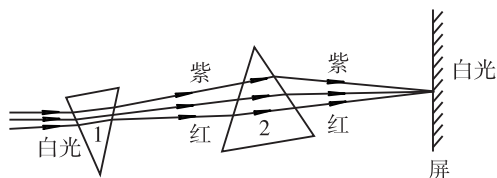


图 1.5 单色光的复合

1672 年 2 月 8 日,牛顿在英国皇家学会宣读的论文中介绍了这些实验,并把颜色分成简单色(或原色)和复合色两种.此后,我们就把白光分解出来的各种色光称为单色光,把白光称为复色光.

牛顿把光及其通过三棱镜后的色散现象和声音进行类比.本节开头的表 1.1 就是根据牛顿的意思列出来的.

1.1.2 牛顿与类比法

牛顿在 1666 年完成了光的色散实验后,为了说明颜色的机理,用不同颜色粉末的混合与色光的混合做了一次很成功的类比.

他在 1670 年的光学讲义中写道:“……通常观察到不同颜色的粉末混在一起时,一种新的颜色就出现了.而且,如果用显微镜观察这些粉末,可看到全都具有它们自己的颜色.因此,它们自己的颜色并未因

这些粉末的混合而被破坏,而是混合后只有一种新的颜色产生出来……”这正像不同颜色的色光混合成白光而它们各自原来的颜色并未改变一样.牛顿的这个类比可表示为如图 1.6 所示的形式.



图 1.6

虽然在对光的本性的认识上,这个成功的类比印证了牛顿提出的微粒说,然而也使它成为禁锢牛顿对光的本性认识的桎梏.正如俗话说:“成也萧何,败也萧何”.不过,这个类比对他正确阐释颜色的机理起了很重要的作用.

牛顿非常善于运用类比方法.他还利用类比方法提出了其他许多很有价值的看法,例如图 1.7 中所示的类比方法.这个类比对原子论的发展产生了很大影响.



图 1.7

牛顿的物质蜕变思想,也是通过对大量化学变化和物质状态变化的类比产生的,如图 1.8 所示.

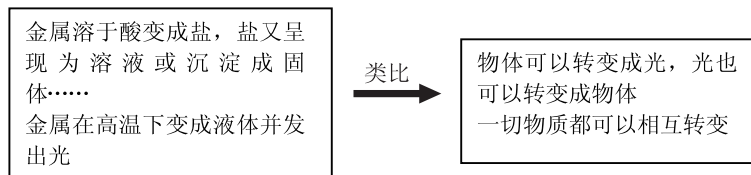


图 1.8

牛顿曾说过:“如果金子能够发酵,它就能转变成任一其他物



质。”这句话既蕴含着哲学家式的幽默,也显示出作为物理学家的牛顿深刻的理性思考.这种物质蜕变思想是十分可贵的.

牛顿还通过对“光的射线”的类比,进而推测出重力、电力、磁力也都来源于细微粒子的发射,并提出了“重力射线”、“磁射线”的概念,认为它们也会像光那样发生反射和折射,后来又演化出“磁流质”(magnetic fluid)和“电流质”(electric fluid)概念,对后人都是极为有益的启示.

类比法成为牛顿探索不可感知事物和了解最终原因的一种常用方法,使牛顿的科学思想更加活跃、更加开阔.



1.2 类比的基本特征

通过上面的具体事例,我们对类比方法应该有了初步的了解.类比是一种逻辑推理,又称为类比推理法.它也是抽象思维中的一种基本形式.它是一种以比较为基础,通过联想,把异常的、未知的事物(研究对象)与寻常的、熟悉的事物(类比对象)进行对比,然后依据两个或两类研究对象之间存在着的某种类似或相似的关系,从已知对象具有的某种性质推出未知对象具有相应的一种性质的方法.

1.2.1 类比的基本环节

类比推理有两个基本环节:

① 选择类比对象

类比是以两个对象的比较为基础的,因此必须根据研究目的,从研究方法、形成结构、功能特征、因果联系等方面的相似之处出发,选择熟悉的、生动直观的事物作为类比对象.

② 进行类比推理

进行类比推理,就是通过比较,展开联想.其一般图式为:

对象 X 有属性: $a、b、c、d$

对象 X' 有属性: $a'、b'、c'$

推理: 对象 X' 可能也有属性 d' (见图 1.9)



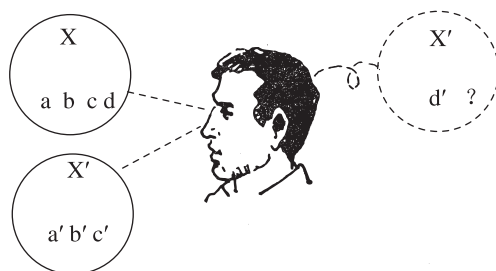


图 1.9 类比推理的图示

如果我们借用数学上的比例结构来表示这种类比推理的思维操作的话,可表示成这样的形式:

$$X(a) : X'(a') \rightarrow X(b) : X'(b')$$

这就是说,如果对象 X 有属性 a ,对象 X' 有属性 a' ;则对象 X 有属性 b 时,对象 X' 也可能有属性 b' 。

例如:汤姆孙的热电类比就是一个很典型的事例。

汤姆孙的热电类比

英国著名物理学家威廉·汤姆孙(W. Thomson)对热学特别有研究,因此在认识当时较陌生的静电现象时,选择了用自己熟知的热现象作为类比对象,于 1841 年做了一次很成功的类比推理,如表 1.2 所示。

表 1.2 汤姆孙的热电类比

热现象	静电现象
热源	电源
导热物体	导电物质
热的良导体	电的良导体
热传导时,进入物体的表面	导体的带正电荷的表面
热传导时,逸出物体的表面	导体的带负电荷的表面
热传导时,热从高温物体传递到低温物体	电驱动时使带正电的物体从高电势处移向低电势处
等温面	等势面



威廉·汤姆孙还设想把一个点热源嵌在一个均匀导热介质中,热量将以点热源为中心向四周辐射(传导).由于一个球的表面积为 $4\pi r^2$,因此通过距离点热源为 r 处的一小块面积元 ΔS 的热流量 $\Delta\varphi$ 与距离的平方成反比,即 $\Delta\varphi \propto \frac{1}{r^2}$,这与库仑定律极为类似.我们可以表示为图 1.10 中所示的形式.

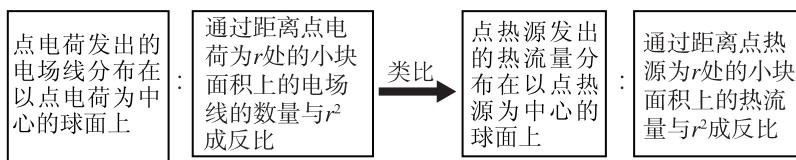


图 1.10

威廉·汤姆孙对热现象和静电现象做了这样的类比后,根据对“热的感应”作用的联想,推出了静电的一个基本性质,即静电也有感应作用,并形象化地称为“感应线”.今天我们都知,把一个不带电的导体靠近一个带正电或负电的带电体时,导体两端会出现感应电荷.后来被法拉第引进的电场线,实际上就是威廉·汤姆孙提到的“感应线”(见图 1.11).

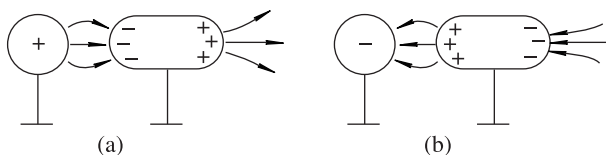


图 1.11 静电感应和电感应线

1.2.2 类比与归纳、演绎的关系

我们知道,在逻辑学中有两种最基本的推理方法,即归纳推理法和演绎推理法.前者是通过对许多个别事物某个或某些特性的研究,从而推出事物的一般性结论;后者是根据对事物的一般特性的把握,

从而推断出个别事物的某种特性.这两种推理方法的前提和结论之间都有着某种必然性的联系*.

类比方法则不同,从前面类比的基本特性已经可以看出,类比的两个对象之间并没有任何的因果联系,仅仅是“你有,我也要有”或“我与你相似,因此你有,我应该也有”,颇有些“蛮不讲理”的霸气.用逻辑学的语言来说,类比是一种从特殊到特殊的逻辑思维方法,它与从特殊到一般的归纳法和从一般到特殊的演绎法相比,类比法跳过了作为过渡的中介途径,选择了一条路径更为简捷的推理思路,它们的关系表示如图 1.12 所示.

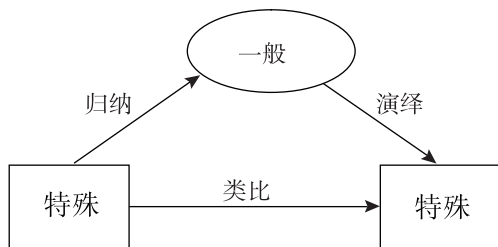


图 1.12

这种关系表明,类比有着比归纳法和演绎法更为简捷的特点,常能独辟蹊径,出奇制胜.因此,类比也是科学研究中十分有用的一个方法.前苏联著名学者巴托罗夫说:“我们可以断言,在现代科学认识获得的全部知识中,用类比方法得到的知识所占的比重将日益增大.”

1.2.3 类比的局限性

类比是人们比较熟悉的一种认识事物的思维方法,也是人们非常喜欢采用的认识未知事物的一种的方法.

由于客观事物本身的多样性和复杂性,而类比是从两个或两类研究对象之间存在的某些相似,从而推测它们在其他方面也可能存

* 若需要对归纳和演绎做进一步的了解,可参阅本丛中《归纳与演绎》一册.



在着相似的一种思维方法。

从图 1.12 中的图式可以看到,它把归纳和演绎简并为从特殊到特殊的单一过程,可见它不是一种必然性推理,在任何时候都会包含着某种猜测的成分。

因此,类比有着自身的局限性,由类比推理得来的认识或结论并不总是可靠的。尤其是当人们对自然规律把握不足时,从简单类比得来的认识和结论往往是片面的,甚至是错误的。下面列举两个人类认识史上的事例。

古人对音乐与月份的类比

我国古人很早就对音乐有所研究,在 2 000 多年前先秦时期的《易经》中,已经有比较明确的定音方法,称为“六律六吕”。古人对“六律六吕”使用了如今看来很别扭的十二个名称,即黄钟、大吕、太簇、夹钟、姑洗、仲吕、蕤(ruí)宾、林钟、夷则、南吕、无射、应钟。

有趣的是,作为定音的 12 个名称,竟然有人把它与一年中的 12 个月份建立了对应的类比关系,如图 1.13 所示。

应钟	无射	南吕	夷则	林钟	蕤宾	仲吕	姑洗	夹钟	太簇	大吕	黄钟
十月	九月	八月	七月	六月	五月	四月	三月	二月	一月	十二月	十一月

图 1.13

从人类思维认识的角度来说,我国古人在 2 000 多年前已经会运用类比思考,非常难能可贵。但是,这个类比与牛顿的“色光—音高”类比完全是两码事,它毫无任何科学依据,可能仅从“六律六吕”恰好也是“12”这个角度出发而已,很牵强附会,因此不能成立,只能作为一个错误的类比事例。

惠更斯的错误类比

17 世纪后半世纪,对光本性的认识上,以荷兰物理学家惠更斯与牛顿为代表的双方,曾经有过一场著名的论战。在这场论战中,惠



参考文献

- [1] 东升. 电子显微镜的世界[M]. 北京: 科学出版社, 1977.
- [2] 李启斌. 天体是怎样演化的[M]. 北京: 中国青年出版社, 1979.
- [3] 潘菽. 教育心理学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980.
- [4] 化学发展简史[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [5] 中学物理教师手册[M]. 上海: 上海教育出版社, 1982.
- [6] 张涛光. 物理学方法论[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1983.
- [7] 关士续. 科学技术史简编[M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1984.
- [8] 大森实. 物理学史话[M]. 林子元, 译. 河北人民出版社, 1985.
- [9] 沃尔夫. 十六、十七世纪科学、技术和哲学史[M]. 商务印书馆, 1985.
- [10] 陈毓芳. 物理学史简明教程[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1986.
- [11] 查有梁. 控制论、信息论、系统论与教育科学[M]. 四川省社会科学院出版社, 1986.
- [12] 章士嵘. 科学发现的逻辑[M]. 北京: 人民出版社, 1986.
- [13] 周昌忠. 科学思维学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1987.
- [14] 钱时惕. 重大科学发现个例研究[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [15] 阎康年. 牛顿的科学发现与科学思想[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 1989.

- [16] 张永生. 思维方法大全[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990.
- [17] 胡波. 大气光象研究[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1993.
- [18] 王溢然, 张耀久. 类比[M]. 郑州: 大象出版社, 1993.
- [19] 龚镇雄, 董馨. 音乐中的物理[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 1994.
- [20] 赵凯华, 罗蔚茵. 力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995.
- [21] 程守洙, 江之永. 普通物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [22] 李良. 探索宇宙奥秘[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2003.
- [23] 束炳如, 何润伟. 普通高中课程标准实验教科书——物理(必修 1~2)[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2007.
- [24] 栾玉广. 自然科学技术研究方法[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2010.
- [25] 亨德森. 机器人家族[M]. 管琴, 译. 上海: 上海科技文献出版社, 2014.



后 记

类比是一个历史悠久的思维方法,也显得很奇妙.许多表面上看来“风马牛不相及”的物理现象,却可以建立非常深刻的类比关系——在卢瑟福提出原子的核式结构之前,有谁会想到庞大的太阳系竟然与微小的原子如此相似!在科学史上类比曾做出过许多辉煌的表现,如今依然焕发着独特的光彩——仿生学方兴未艾;机器人正越来越智能化,向着模拟人类思维的方向发展……

在中学物理学习中,类比同样显得十分有用.通过本书的阅读,也许你已经有所惊叹:类比思维常常能使人开窍,对一些问题的处理会显得很轻松、巧妙.

不过,我们也应该清醒地认识到,类比终究是一种带有猜测性的方法,科学上失败的类比也许更多于成功的类比.因此,我们不能苛求类比一定成功,只能是努力提高类比的成功率.

本书为新版,由王溢然撰写,对原《类比》(王溢然、张耀久合著)做了全面的修订与补充.希望新版能更好地彰显时代的风貌,体现新课程的理念,突出对同学们的启发和指导;希望能更有助于提高同学们思维的灵活性和创造性.

学习也是一种攀登,在攀登路上要不断探索和借鉴前辈巨人的各种方法.让类比也作为辅助你开发智能、顺利攀登的一种方法吧!

王溢然

2015 年春于苏州庆秀斋

中国科学技术大学出版社中学物理可用书目

高中物理学. 1/沈克琦

高中物理学. 2/沈克琦

高中物理学. 3/沈克琦

高中物理学. 4/沈克琦

中学奥林匹克竞赛物理教程·力学篇(第2版)/程稼夫

中学奥林匹克竞赛物理教程电磁学篇(第2版)/程稼夫

中学奥林匹克竞赛物理讲座/程稼夫

高中物理奥林匹克竞赛标准教材/郑永令

中学物理奥赛辅导:热学·光学·近代物理学/崔宏滨

物理竞赛真题解析:热学·光学·近代物理学/崔宏滨

物理竞赛专题精编/江四喜

物理竞赛解题方法漫谈/江四喜

中学奥林匹克竞赛物理实验讲座/江兴方 郭小建

物理学难题集萃. 上册/舒幼生 胡望雨 陈秉乾

物理学难题集萃. 下册/舒幼生 胡望雨 陈秉乾

名牌大学学科营与自主招生考试绿卡·物理真题篇

/王文涛 黄 晶

重点大学自主招生物理培训讲义/江四喜

高中物理母题与衍生·力学篇/董马云

高中物理母题与衍生·电磁学篇/董马云

高考物理 1.5 轮/王 晓



中学生物理思维方法丛书

分析与综合/岳燕宁

守恒/王溢然 徐燕翔

猜想与假设/王溢然

图示与图像/王溢然 王 亮

模型/王溢然

等效/王溢然

对称 /王溢然 王明秋

分割与积累 /王溢然 许洪生

归纳与演绎/岳燕宁

类比 /王溢然 张耀久

求异 /王溢然 徐达林 施 坚

数学物理方法 /王溢然

形象、抽象、直觉/王溢然