

ZHONGXUEWULISIWEIFANGFACONGSHU

对 称

王溢然 王明秋

DUICHENG

WANGYIRANWANGMINGQIU

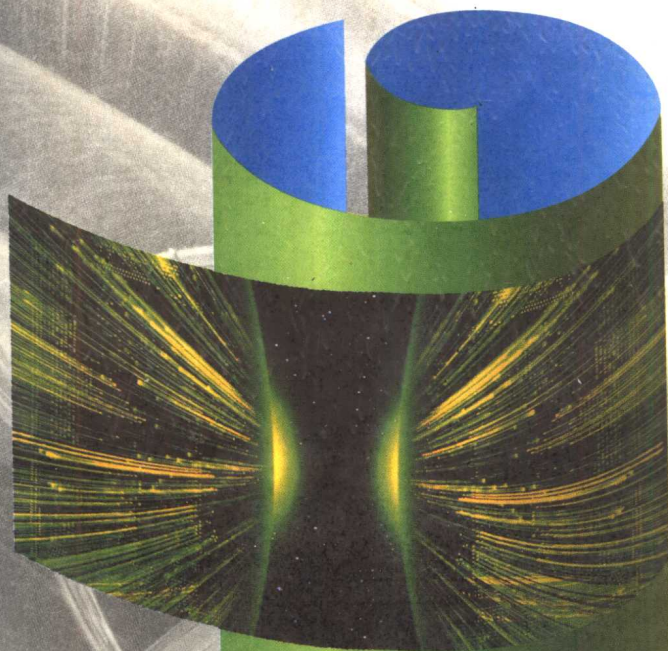
DAXIANGCHUBANSHE

大象出版社

中学物理思维方法丛书

对称

王溢然 王明秋



大象出版社

中 学 物 理 思 维 方 法 丛 书

对 称

王溢然 王明秋

大象出版社

图书在版编目(CIP)数据

中学物理思维方法丛书:对称/王溢然,束炳如主编;王溢然,王明秋编著. - 郑州:大象出版社,1999

ISBN 7-5347-1249-1

I. 中… II. ①王… ②束… ③王… ④王… III. 物理课-思维方法-中学 IV. G634.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 25864 号

责任编辑 谢 凯	责任校对 范秀娟
大象出版社出版(郑州市农业路 73 号 邮政编码 450002)	
新华书店经销	河南第一新华印刷厂印刷
开本 850 × 1168 1/32	印张 4.875 字数 102 千字
1999 年 9 月第 2 版	1999 年 9 月第 1 次印刷
印数 1—4 000 册	定 价 5.75 元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址 郑州市经五路 12 号

邮政编码 450002

电话 (0371)5957860—351

中学物理思维方法丛书

顾 问 周培源 于光远

序 言 阎金铎

主 编 王溢然 束炳如

编 委 (按姓氏笔划为序)

王明秋 王溢然 刘宗贤

束炳如 岳燕宁 谢 凯

本册编著 王溢然 王明秋

插 图 朱 然

物理学中一切先验性的陈述都起源于对称性。

——魏尔

(德国数学物理学家)

序 言

在中学物理教学过程中,学生获取知识的同时,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。

思维方法是一个很大的范畴,有抽象思维、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,也是不会收到成效的。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、中学物理教学中最为常见的这些思维方法(包括研究方法)为对象,在较为宽泛的意义上展开,立意新颖,构思巧妙。全套丛书共 13 册,各册彼此独立,都以某一二类思维方法为主线,在物理学史的恢宏长卷中,撷取若干生动典型的事例,先把读者引入到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、以及其在具体问题中的应用作了较为深入、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,但却兼容了历史和方法、照顾了普及与提高、联系了中学教学实际、突出了对中学物理教学的指导作用和具体应用。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)还是中学物理教师、教学研究人员以及师范院校物理专业的大学生,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都是在一定的背景下,经过科学家精心的实验观测、复杂的思维活动后的产物。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,决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的某些重复和交叉。这是一个不足之处,但反过来却可转化为使读者的思维层次“多元化”的一个优点。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、思维活动的开掘上更为深刻一些,将会使全书更

臻完美。

我把这套丛书介绍给读者,一方面希望引起广大中学生的兴趣,能从前辈科学家思维活动轨迹中汲取智慧,活化自己的灵感,开发潜在的智能;另一方面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。

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

1992年10月

引 言

对称是一个很深刻的问题,其应用范围早已远远超出早期对空间图形讨论这个狭窄的领域.它已深入到哲学、美学以及自然科学的许多方面.它在现代物理学的粒子物理、固体物理、原子物理等许多领域都具有非常重要的意义.详细描述对称性有专门的数学语言——群论.这不是本书的任务.

在这本小册子中,我们希望通过直观的形象,形成关于对称的初步认识,并在基础物理范围内建立关于对称的一般概念,然后通过实际问题的分析,使广大读者领会对称思想,能运用对称思想去指导物理学习,研究和解决有关中学物理中的一些问题.

作 者

1992年5月

目 录

序言

引言

一、什么叫对称	(1)
1. 对称的初步认识	(1)
2. 对称的进一步说明	(6)
3. 对称性原理	(12)
4. 对称与物理规律	(18)
二、对称思想在科学认识中的作用	(22)
1. 由电产生磁 由磁产生电	(22)
2. 磁场变化产生电场 电场变化产生磁场	(27)
3. 德布罗意提出物质波	(33)
4. 狄拉克预言正电子	(38)
5. “ $\tau-\theta$ ”之谜	(43)
三、中学物理中几种典型的对称	(51)
1. 镜像对称	(51)
2. 中心对称	(57)
3. 结构对称	(62)
4. 电路对称	(66)
四、对称在中学物理中的应用	(70)

1. 对称对学习和运用物理知识的指导作用	(70)
2. 巧用对称性思想解题	(73)
结束语	(137)
主要参考资料	(139)

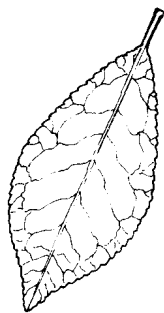
一、什么叫对称

1. 对称的初步认识

对称的概念来源于生活.最初,人们从自身的形体结构,从对植物的花、叶,从动物的骨骼分布等各种天然事物的观察中(图1),认识到普遍存在着一种左、右对应关系.这是生活中关于对称的基本含义,指的仅是几何图形对于中心点(线、面)左右两边的相对对称.我国《现代汉语词典》中的解释:“对称是指图形或物体对某个点、直线或平面而言,在大小、形状和排列上具有一一对应关系.”



脸部



树叶



蜈蚣

图 1

例如,等腰三角形对于它的中心线是相对称的(左右对称).这种左右对称的几何图形可以分成左右两个相同部分,将左右两边交换可以保持图形不变.

生活中关于对称的另一种含义是指匀称.意味着有良好的比例、良好的平衡,体现着整体各部分的协调性.从这一层意思上说,对称和美紧密相关.在《韦伯斯特辞典》中,对称的意思是“平衡的比例”或者“产生于平衡的比例的形式美”.

由于对称反映着一种和谐美,所以被广泛应用于生活和技术的各个领域.

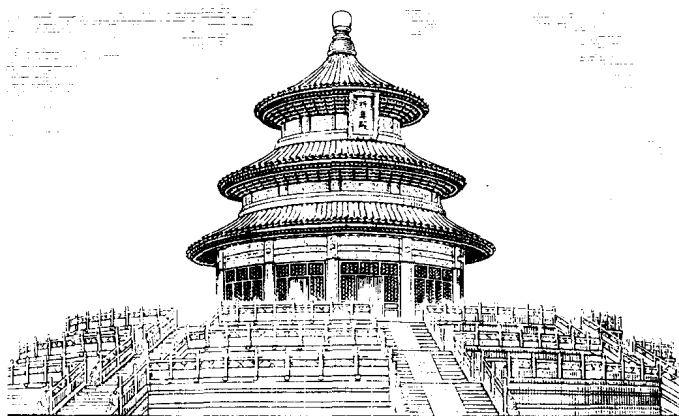


图 2 北京天坛

我国古建筑中的宫殿、寺庙、墓道等,大都是对称布局.如北京故宫建筑群的排列和天坛的结构等(图 2),能体现着一种庄严、稳重的美感.园林中许多花墙和窗格、城市中人行道砌块的图案等,也都渗透着对称性(图 3).

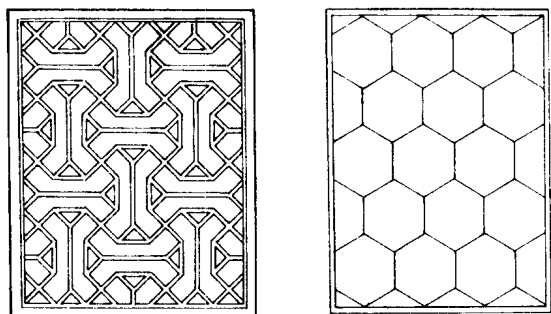
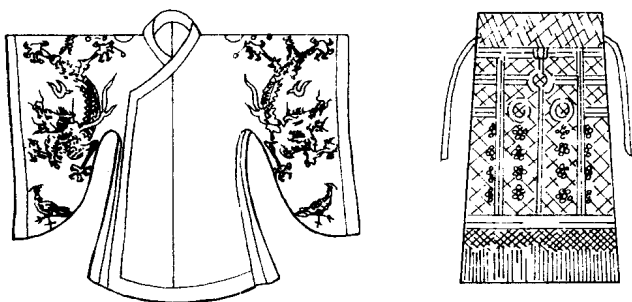


图 3

许多艺术品更是刻意追求着良好的比例和平衡、谐和的感觉。如古代的衣冠、服饰的图案常对称分布,以显示主人公的端庄(图4);绘画中人在站立和坐姿中各部分都需有一定的比例(图5);汉字的书法更是有着严谨的间架结构,使人感到优美、匀称、舒畅(图6)。



古代衣冠服饰

图 4



人的站姿和坐姿

图 5

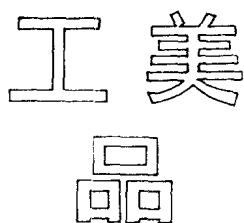


图 6

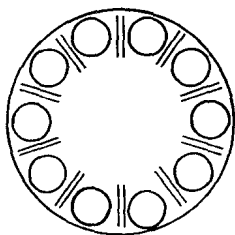
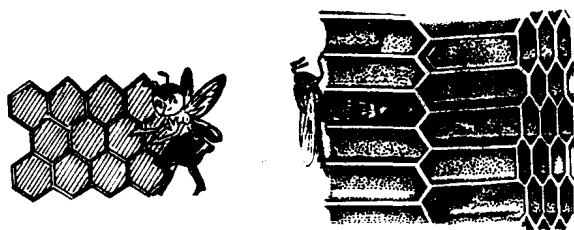


图 7

即使是筵席中服务员在圆桌面上布置的餐具,也都十分讲究对称.如图7,碟子和筷子相间,严格等距,形成一幅很整齐的画面.

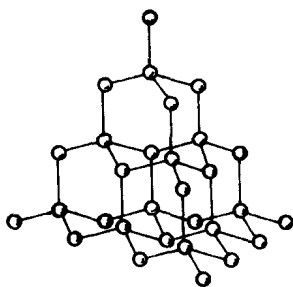
许多动物建筑师在构筑巢穴时也非常“欣赏”对称性,其中最著名的就是蜂房结构,如图8所示.



蜂房结构

图 8

在无机世界中最惊人的对称性例子是晶体.组成晶体的物质微粒(分子、原子、离子)在各自的平衡位置附近振动,好像被弹性的弦系在这个位置上,从而形成一个固定的有规则的结构,即空间点阵结构.图 9 所示就是金刚石晶体的点阵结构.由于晶体内部物质微粒的有规则排列,因此其外形常显示出美丽的对称性.如图 10 所示的雪花就是六边形对称性最有名的样品.



金刚石点阵结构

图 9

上面列举的这些对称性实例大多是静止的,但希望不要形成一个错觉.

实际上对称并非是一个静态的概念,更多的也体现在运动变化之中.

1974 年 5 月 30 日,毛泽东主席约见来访的著名美籍华人物理学家李政道教授.见面时毛泽东想了解的第一件事就是物理学中的对称性.当时,李政道和毛泽东的坐椅中间有一个小茶几,上面放着铅笔、笔记本和两杯绿茶.李政道把铅笔放在笔记本上,把笔尖指向毛泽东,然后再把笔尖指向自己,笔尖转过来,又转过去.李

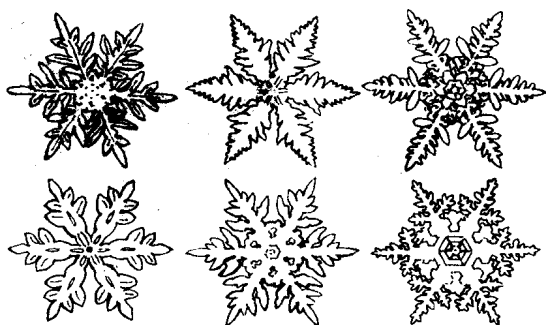


图 10 雪花

政道说：“这运动没有一刻停止，但这整个过程却具有对称性。”毛泽东很欣赏李政道的演示。李政道的这一简单生动的演示，直观地显示了对称性也存在于运动变化之中。

2. 对称的进一步说明

几何图形的左右对称，具有将左右两边交换位置保持图形不

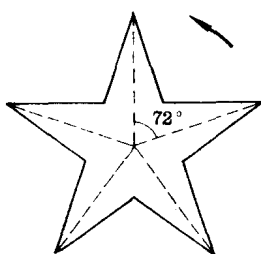


图 11

变的性质，由此推广出去：凡是一个图形由若干个相同部分组成，或者说一个图形经过左右交换、平移、转动后保持不变，它就是对称的。例如一个五角星由五个相同部分组成，将五角星绕其中心轴（垂直五角星的平面）转动 72° ，整个图形保持不变（图 11）。从这个意义上说，对称和不变具有等价性。

以后，随着人们对自然界认识的深化和自然科学的发展，对称的概念已不再局限于空间图形了。例如，季节的轮回、钟表等时间上的周期性可以作为时间的对称；自然界运动规律在空间和时间