

物理学

创新思维

余 雷 ◆ 编著

W

ULIXUE
CHUANGXINSIWEI



贵州民族出版社

贵州民族出版社

物理学

创新思维

余 雷 ◆ 编著

W U L I X U E
C H U A N G X I N S I W E I

图书在版编目(CIP)数据

物理学创新思维/余雷编著. —贵阳:贵州民族出版社,
2004. 11
ISBN 7 - 5412 - 1238 - 5

I. 物... II. 余... III. 物理学 - 创造性思维
IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 117459 号

作 品 名 / 物理学创新思维

著 者 / 余 雷 编著

出版发行 / 贵州民族出版社

地 址 / 贵州省贵阳市中华北路 289 号(邮编 550001)

责任编辑 / 郭堂亮(0851 - 6829384)

封面设计 / 珑 殷(0851 - 6829385)

印 刷 / 贵阳经纬印刷厂

开 本 / 850 × 1168 毫米 1/32

字 数 / 210 千字

印 张 / 8.5

印 数 / 1 ~ 1000 册

版 次 / 2005 年 1 月第 1 版

印 次 / 2005 年 1 月第 1 次印刷

标准书号 / ISBN 7 - 5412 - 1238 - 5/O · 7

定 价 / 22.00 元

本著作获"贵州师范大学教材和学术出版基金"资助



序

人类社会发展历程，充分地证明了“科学技术是第一生产力”这一著名论断。物理科学技术在这一历程中发挥了先导的、突出的和直接的作用。事实上，以蒸汽机的发明及其广泛应用为标志的第一次科技革命，以电的发明和电力的广泛应用以及内燃机的发明及其广泛应用为标志的第二次科技革命，以电子计算机的发明及其广泛应用和空间技术的发展及其广泛应用为标志的第三次科技革命这三次世界范围的科技大革命极大地推动了社会生产力的飞跃发展。这种情况的出现不是偶然的，因为物理学是研究物质世界运动的最基础、最广泛的现象及其规律的，因而与社会生产力发展的需要和人类社会的需求联系最为紧密。

人们在长期研究物理科学的过程中产生和发展了一整套系统的、有效的思维方法——物理方法，其核心就是创新精神和创造性思维方法。物理方法具有独特性的一面又具有普适性的一面，它的应用不仅渗透到自然科学各分支

和生产技术各部门中,而且在经济(比如,经济模型的设计和运行)、社会科学各方面(比如,哲学、历史、心理学和教育学以及其他一些社会现象)的研究工作之中崭露头角。

大力提倡研究物理方法的各个方面,并将其应用于物理学和其他科学及其技术的研究和教学工作之中,已是当今的一项迫切的任务。本书在这方面作了很好的尝试,书中不仅广泛地介绍了心理学和物理思维的各个方面,而且融入了作者本人的研究成果。从这个意义上来说,本书的编写过程也是创新精神和创造性思维的突出体现,从而使本书具有极好的可读性和应用性。

本书内容有三个突出特点:一个是把心理学关于人的思维过程的一般理论与物理思维方法充分地、密切地和有机地联系起来,展现了物理思维方法的先导性、独特性和普适性;另一个是在系统地介绍了创新思维和创造性思维的一般理论的基础上,全面地、深入地讨论了物理创新思维和创造性思维的表现形式、特征和品质以及培养创新思维和创造性思维方法等各个方面,内容详实,包含了作者多年来在物理学研究工作和教学工作中获得的卓有成效的研究成果,具有很好的参考价值;再一个是明确地提出物理学思维方法本身都是“人类文化的重要组成部分”,物理学及其思维方法是人类文明发展过程中的一个璀璨成果。事实上,物理学和物理思维方法的成果早已渗透到社会文化的各

个方面(文学美术、音乐舞蹈、杂技魔术、电影电视、照相摄影、广告宣传、体育运动、旅游活动等)。正确认识物理学和物理思维方法与人类文明发展的关系,对于充分认识物理方法本身是十分重要的(比如,从审美角度认识物理方法)。

本书文笔简练,通俗易懂,而又不失思想的深刻性和理论的系统性。本书可用于物理学、物理教育、物理学创新思维和自然科学及社会科学相关专业的必修基础课和选修课,用以培养学生必需的、良好的科学方法素养。

创新精神和创造力是一个民族之所以屹立于世界民族之林的灵魂。中华民族在其和平崛起过程中,应该在科学技术、经济、文化和社会活动各个方面大力发扬创新精神和发展创造能力。在这个可以预见其辉煌前景的发展过程中,物理创新精神和创造性思维的重要作用一定会越来越大地显现出来。

张德翔

2004年11月于贵阳

前言

人类发展的历史是一部创造创新的历史，创造创新对国家和民族的生存与发展极其重要。物理学的建立和发展过程充分体现了人类的创新精神。在创新思维过程中采用最多的方法是物理学的思维方法。物理学的思维方法扩展到其他领域，就可能产生创造性的结果。物理学在创新思维理论中占有重要的地位。研究创新思维显然离不开物理学知识和物理学发展史，迄今尚未发现研究创造思维而不研究物理学思维的情况，也未发现阐述创新思维理论而不引用物理学创新思维案例的情况。鉴于目前创造创新的理论论述与技巧训练的书籍在涉及物理学问题时专业知识不够完整，对一些有争议的问题仅罗列出各种说法而不给出结论，本书尝试从物理学专业的角度论述创造与创新思维，从创造创新的角度对一些有争议的问题给出作者研究的结论。

关于创新创造的解释，众说纷纭，莫衷一是，与其罗列于书中，不如择其适当者，加以作

者的理解,给一个明确的论述。使赞同者有改进的基础,予反对者以争论的话题。这正是物理学中“定义”的精神。

在物理学的发展中,新的理论总是要包容旧的理论的。关于创新与传统的关系,作者对近几年颇多否定传统,以为传统是创新的最大障碍的看法有不同的意见。

本书是吸收了国内外一些创新创造学家的理论、思想和近几年来我国创新创造学学者、物理学教育工作者的研究成果编撰而成的,也是作者二十多年从事高校教育和二十多年进行物理学教学活动的经验的总结。本书研究的是创新,理应采用创新的方式来编写,书中引用的观点均是作者认同的观点,并不指明出处,以避免用权威服人之嫌疑,仅在书末列出了参考文献,表达作者对原作者的敬意。

本书共分六章:

第一章主要介绍物理学研究的内容以及物理学发展简史;

第二章给出创造、创新的定义,讨论创造、创新、知识、传统间的关系,介绍思维科学、创新思维的理论;

第三章论述创造性思维的基本特征、基本方法,研究创造性思维的培养;

第四章介绍物理学思维的基本形式和基本方法;

第五章列举不同历史时期的物理学创新思维案例;

第六章列举用物理学创新思维解决物理问题的常用方法。

本书提供了不同时期的物理学创新思维经典案例和解决物理学问题的常用方法,可为高等师范院校、教育学院、教师进修学校、成人教育学院提供创新思维教材,可为广大中学教师提供教学理论。也可供选修《创新思维》课程的大专院校学生、有志提高学生创新思维能力的中学教师、准备参加高层次物理竞赛和计划在高考物理难题上得分的高中生参考。

近年来,创新创造理论发展很快,新的研究成果不断涌现。在编写此书的过程中,作者广泛参考并引用了国内外的有关资料。作者在此表示诚挚的谢意。贵州师范大学张德翔教授在本书的编撰过程中提出过许多有益的意见和建议,在编撰完成后又仔细地审阅了本书。贵州师范大学理学院硕士生杨秀德、龙东升参加了本书第六章的编写,作者在此表示衷心的感谢。

限于时间,也限于作者的水平,本书肯定有不少缺点和问题,恳请读者批评指正。

余 雷

2004年10月于照壁山下

(132)	念群建一的学思思	节一章
(136)	研群本基的学思思	节二第
(140)	品要主的学思思	节三第
(144)	研长建一的学思思	节四第
(148)	研本基的学思思	节五第
(152)	研式本基的学思思	节六第
(156)	学思思	节七第

目 录

	序	(1)
	前言	(1)
	第一章 物理学概述	(1)
	第一节 物理学的研究范围	(1)
	第二节 物理学的基本结构和特点	(3)
	第三节 物理学的作用与意义	(5)
	第四节 物理学大事记	(15)
	第二章 创新思维	(41)
	第一节 创新与创造	(41)
	第二节 思维	(50)
	第三节 创新思维	(95)
	第三章 创造性思维	(105)
	第一节 创造性思维的基本特征	(105)
	第二节 创造性思维的基本方法	(107)
	第三节 创造性思维的障碍因素	(118)
	第四节 创造性思维的培养	(123)
	第四章 物理学思维	(135)

第一节	物理学思维的一般概念	.....	(135)
第二节	物理学思维的基本特征	.....	(136)
第三节	物理学思维的主要品质	.....	(140)
第四节	物理学思维的一般过程	.....	(143)
第五节	物理学思维的基本形式	.....	(154)
第六节	物理学思维的基本方法	.....	(179)
第七节	物理创造性思维	.....	(207)
(1)	.....		
(1)	第五章 物理学创新思维案例	.....	(213)
(1)	第六章 物理学创新思维能力培养	.....	(241)
(1)	.....		
(3)	主要参考文献	.....	(258)
(2)	.....		
(12)	.....		
(14)	.....		
(41)	.....		
(20)	.....		
(22)	.....		
(102)	.....		
(103)	.....		
(107)	.....		
(118)	.....		
(123)	.....		
(132)	.....		

第一章 物理学概述

物理学是一门基础科学,它研究的是物质运动的基本规律。

由于物理学研究的规律具有很大的基本性与普遍性,所以它的基本概念和基本定律是自然科学的很多领域和工程技术的基础。由于物理学知识构成了物质世界的完整图像,所以它也是科学的世界观和方法论赖以建立的基础。

物理学家力图寻找一切物理现象的基本规律,从而统一地理解一切物理现象。这种努力虽然逐步有所进展,但现在离实现这一目标还很遥远。看来人们对客观世界的探索、研究是无穷无尽的。

第一节 物理学的研究范围

一、物理学的研究对象

物理学是自然科学的一门分支。物理学研究物质存在的基本形式,研究物质的性质、运动和转化,研究物质的内部结构,认识物质的组成元素及其相互作用、运动和转化的基本规律。物理学对客观世界的描述,已由可与人体大小相比的范围(一般称为宏观世界)向两个方向发展:一是向小的方面——原子内部(一般称为微观世界);另一是向大的方面——天体、宇宙(一般称为宇观世界)。物理学所研究的层次以其线度计从 10^{-15} 米到 10^{26} 米,大小相差 10^{41} 倍,在自然科学中占有特殊的地位。

二、物理学的理论

至 20 世纪 30 年代,物理学较成熟的重大理论有五种,它们是牛顿力学、热力学、电磁学、狭义相对论、量子力学。这五种理论之间是密切相关的,每一个物理现象都可用其中一种或几种理论来说明,这五种理论都离不开相互作用力(简称为相互作用),这些相互作用看起来千差万别,但目前发现只有四种相互作用,它们是引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用。

三、物理学研究的内容

人对自然界的认识来自于实践,随着实践的扩展和深入,物理学研究的内容也在不断扩展和深入。

现在物理学所研究的物质的运动规律有以下内容:

(一)宏观物体(其线度一般大于 10^{-6} 米)的机械运动;

(二)物质的热运动;

(三)电磁运动,包括电磁场运动以及带电粒子与电磁场之间的相互作用;

(四)微观粒子(其线度一般小于 10^{-6} 米,包括原子、原子核、质子、电子等层次)的量子运动;

(五)宇观世界的天体以及天体系统的运动。

以上这些物质的运动形态总称为物理运动。在自然界多种运动形态中,物理运动是最基本、最普遍的运动形态,这是因为物理运动形态遍布宇宙万物中的各种物质的运动之中,在物理运动的基础上,形成了更复杂、更高级的化学运动、生命运动、宇宙运动甚至社会运动。由于物理运动的基本性和普遍性,使研究这种运动规律的物理学成为各门科学技术的重要基础。

四、物理学的分支学科

物理学的各分支学科是按物质的不同存在形式和不同运动形式划分的。按照物质运动的运动形式物理学可以分为力学、热学、电磁学、光学和原子物理学五个主要分支学科。随着物理学研究

的不断深入和发展,物理学的分支学科也在增加和发展,物理学的学科划分已向越来越细致和越来越综合两个方向发展。理论力学、热力学与统计力学、电动力学、相对论力学、量子力学、固体力学、原子核物理学、等离子体物理学、粒子物理学已经成为物理学新的活跃的分支学科;随着物理学各分支学科的发展,人们发现物质的不同存在形式和不同运动形式之间存在着联系,于是各分支学科之间开始互相渗透,物理学逐步发展成为各分支学科彼此密切联系的统一整体。物质的各种存在形式和运动形式之间普遍存在着联系。随着学科的发展,这种联系逐步显示出来。物理学和其他学科相互渗透,产生一系列交叉学科,如:化学物理、医学物理、生物物理、大气物理、海洋物理、地球物理、天体物理、技术物理等等。按照历史发展的过程物理学可以分为经典物理与近代物理两部分。近代物理是相对于经典物理而言的,泛指以相对论和量子论为基础的 20 世纪物理学。

第二节 物理学的基本结构和特点

一、物理学的学科结构

物理学的学科结构是人类对自然现象和自然规律的知识结构中一个重要的基础组成部分。物理学是以基本概念为基础、以基本原理为框架、以基本方法为指南而构成的严密的科学体系,因此,物理学的学科结构,就是物理学的基本概念、基本原理(包括基本定律和基本理论)和基本方法以及它们之间的相互联系。事实上,根据物理学各个分支的不同,根据物理学用于科研、生产或教学的主要功能的差异,物理学的学科结构可以表述或分解为许多不同的形式。

对物理学科基本结构的理解,通常有狭义和广义两种:狭义的知识结构就是物理学基本知识中概念框架、甚至只是理论知识的

逻辑结构。这种狭义的知识结构观是传统教学的支柱。广义的知识结构是实践技能、理论知识和方法的总称。物理学知识结构包括实验基础、理论体系(概念,定律……)、数学表述和物理学方法等主要部分。为了认识这些要素之间的深层联系,应从分析物理学的学科特点入手。

二、物理学的学科特点

物理学的学科特点可以从以下五方面来分析:

(一)物理学是一门实验科学,它的一切理论都要以实验作为惟一的检验。

(二)物理学是一门严密的理论科学,它以物理概念为基石,以物理学定律为主干,建立了经典物理学与现代物理学及其各分支的严密的逻辑体系。

(三)物理学是一门定量的精密科学。从物理概念转变为物理量开始,它利用数学为理论与实践开辟道路,使物理学的结论可随时加以严格检验。

(四)物理学是其他自然科学和各种工程技术特别是现代新技术革命的基础。

(五)物理学是一门带有方法论性质的科学。物理学的方法论和世界观等充满哲理的物理思想影响着人们的思想、观点和方法,影响着社会思潮和社会生活。

物理学同时完备地具有以上五个特点,以上五个特点不是孤立地、而是有机地存在于物理学之中,这正是物理学作为一门成熟的、精确的基础自然科学的标志。

三、物理学的本质特征

物理学一个十分重要的本质特征就是物理学的任何知识,不论是现象、事实、概念、物理量、定律、理论等等,都涉及以下三个基本因素:实验、物理思想(或逻辑、方法)和数学(定量表述或数学公式)。即使是描述一个简单的物理事实(例如传热),都涉及实

验测试手段、物理观点(热质说或热运动论)和数学公式、数据或曲线。这就是说,任何物理学内容无不具有实验基础、物理学的逻辑思维和数学表述这三种要素。这里实验事实是基础、物理学的概念系统(基本定律与原理)是主干,而数学起着表述形式与推理工具的作用。事实上物理学乃至整个自然科学,正是由于找到了实验、逻辑思维和数学的正确结合途径,才得以发展成为今天推动人类社会前进的伟大生产力,具有重要的理论与实际应用价值。

其实,物理学知识的上述三种基本组成,同样反映在基本方法和基本能力上。物理学的基本方法和基本能力也同样具有这三种基本组成:即实验方法、逻辑思维方法和数学方法;观察实验能力、思维能力和数学运算能力。这反映了物理学的研究任何时候都脱离不了这三个领域的结合。因为能力来源于知识和方法,方法也离不开知识,因而实验、思维和数学就成了它们三者的共同舞台。

因此,物理学的学科结构应该包括实验基础、逻辑体系、数学表述、思想方法和应用价值五种基本成分。

第三节 物理学的作用与意义

物理学之所以成为其他各门科学技术的基础,是由于物理学的研究内容最为普遍,应用范围最为广泛。化学、生物学、医学、地理学、地质学、工程技术、交通运输等科学技术都需要广泛的物理知识作为基础。与物理有关的边缘科学,如生物物理学、天体物理学、化学物理、地球物理、海洋物理等学科更是直接在物理学的基础上展开的。

物理学是一门科学文化,它是人类文化的重要组成部分,而且在人类文化中保持着十分重要的地位。它的观念、理论和方法,已经深深渗透到人类文化的各个部分。物理学在文化中的地位提供了通过物理学提高文化素质的可能性。物理学将大大增加人头脑