

新世纪高等院校专业系列教材



自然科学概论

主编 文帧中



南京大学出版社

XINSHIJI

GAODENGSHIFANYUANXIAOZHUANYEXILIEJIAOCAI

全国教育科学“十五”规划课题项目

N1-43

w6/

自然科学概论

主 编 文 祯 中

副主编 李 蕴 才

编写者 (按姓氏笔画为序)

文 祯 中 白 新 瑞 李 蕴 才

汪 小 凡 管 华

南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然科学概论/文桢中主编. —南京: 南京大学出版社, 2002. 7

新世纪高等师范院校专业系列教材

ISBN 7-305-03942-X

I. 自... II. 文... III. 自然科学-师范大学-教材 IV. N

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 054315 号

丛 书 名 新世纪高等师范院校专业系列教材
书 名 自然科学概论
主 编 文桢中
出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093
电 话 025-3596923 025-3592317 传真 025-3303347
网 址 <http://press.nju.edu.cn>
电子邮件 nupress1@public1.ptt.js.cn
经 销 全国各地新华书店
印 刷 南京大众新科技印刷厂
开 本 880×1230 1/32 印张 15.75 字数 435 千
版 次 2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000
ISBN 7-305-03942-X/N·31
定 价 23.00 元

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

总 序

随着我国科教兴国战略的进一步实施,教师教育改革与发展“十五”规划的全面展开,全国教师教育结构稳步调整,教师教育资源逐步重组,以现有师范院校为主体的教师教育体系不断完善。就师范学院层次而言,我国 2002 年已有师范学院 70 所;另有 28 所师范专科学校通过合并升格为综合学院,仍然保留教师教育的职能与任务。随着办学规模的迅速拓展,一般师范院校普教在校生数均在五千至万人左右。无论是有四十年办学历史的老校,还是刚刚由师专、教院等为基础升格的新校,都面临诸多的困惑与挑战:一、原有的办学模式制约因素。传统的师范院校满足于培养“灌输”型的教师,师范院校的课程设置与教材基本上立足于“够用”这一标准,在前瞻性、系统性等方面比较欠缺。二、区域空间制约因素。传统师范院校往往

满足于为本地区范围培养人才,缺乏交流与流动,与当前涌现的跨地区,甚至是国际性的人才培养方式和培养需求严重不适应。三、规模与质量等矛盾性制约因素。在高等教育规模发展的同时,迫切要求办学水平和办学质量的提高,而课程和教材往往是决定质量的关键性因素。传统的师范院校在课程建设、课程开发以及教材建设方面投入不足、重视不够。四、新技术、新时代发展的挑战。网络技术的发展,校园网的普及,网上学校和网络课程的出现,这些对传统师范教育模式无疑会带来冲击。显然,传统师范教育中教材内容陈旧和滞后,已经不能适应日新月异的形势发展需要,也不适应教师和学生的教与学的要求。因此,必须研究和解决高等师范院校课程与教材面临的这些共同性问题。

高等师范院校的课程与教材关系到人才培养的规格与质量,也是高等师范院校教学建设和教学改革突破口。教师、学生、课程这三个要素中,教师主导和学生主体必然以课程作为中介性载体。“课程”内容不是凝固不变的,而是随时代、社会、教师、学生等因素的变化而不断改变。课程开发的核心不在于创造出更多的课程,而是充分挖掘课程内涵,拓展课程边际,不断更新课程内容,更加贴近学生。而所有这些都必须通过教材体现出来。由此可见,教材在高等师范院校教育教学中具有极其重要的地位和作用。

2001年3月,国家教育部在《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的文件中,要求各高校“以邓小平理论为指导,全面贯彻国家的教育方针和科教兴国战略,面向现代化、面向世界、面向未来,认真贯彻全国第三次教育工作会议精神,深化教材改革,全面推进素质教育。加强组织领导,加大资金投入;实施精品战略,抓好重点规划,注重专业配套,促进推广选用”。

为了贯彻教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》、《基础教育课程改革纲要(试行)》、《义务教育课程设置实验方案》,加强教师培养、培训工作的针对性与主动性,推进高等师范院校课程设置与开发,推进课程建设与教材建设,立足“师范学院”这

一特殊而庞大的办学层次,围绕师范院校责无旁贷的服务属性,全国十二个省(自治区)二十余所师范院校与南京大学出版社联合攻关,组成“新世纪高等师范院校课程开发与教材建设研究”课题组和《新世纪高等师范院校专业系列教材》编委会,致力于课程设置、课程结构、课程内容与教材特色的研究,探索并建立适应本层次院校办学实际的人才培养课程结构、课程内容和教材建设体系。通过校际合作,学科互补,明确高等师范学院课程的基本结构和主要标准,推出真正适合本科层次、又不同于综合性师范大学的系列教材。本课题已获得江苏省政府教育科学“十五”规划课题立项、全国教育科学“十五”规划课题立项,同时也得到了教育部领导、教育部师范司领导的高度重视和大力支持。

在课题研究的基础上,我们提出了《新世纪高等师范院校专业系列教材》的编写宗旨和编写原则。首先,要本着“守正出新”的精神,坚持学术规范,坚持实事求是的科研态度,系统介绍本学科的基本知识,广泛吸收目前已有的优秀研究成果,在“守正”的基础上力求挖掘新资料,提出新问题,发现新视角,彻底转变传统教材只考虑教师“教”,不研究学生“学”,不注意培养学生探索精神、自学能力和创新能力的倾向,体现基础性、学术性、前沿性和探索性的统一。其次,要具有针对性。要面向高等师范院校(主要是刚升格的高等师范学院)这一个特殊的教学层面,根据这一层面的师资和学生的实际情况开展教材编写工作,处理好难易程度的关系、“守正”与“出新”的关系、基础课与专业课的关系、中等教育与高等教育如何衔接的关系、师范性与非师范性的关系。针对本层次院校学生的不同需求,在平实、实用的基础上,引导学生进入学术研究领域;同时,重视基础教育课程改革的进展,关注中小学教材的变革和不同版本,并做出呼应和对策。第三,“精品战略”与“人才战略”互动发展。每种教材的主编一般由在学术上有较高造诣的教授或博士担任,参编者一般为副教授或硕士。通过课题研究,推动高质量教材的编写;通过教材的编写,进一步培养、选拔本层次院校的学科带头人,使得教材建设和人才建

设两方面都取得丰硕的成果。

最后,我们热忱地欢迎全国师范院校的专家学者参加本课题的
共同研究,对《新世纪高等师范院校专业系列教材》提出宝贵意见,让
我们一起开创我国高等师范教育美好的明天!

新世纪高等师范院校专业系列教材编委会

2002 年 6 月

前 言

自然科学是研究自然界物质形态、结构、性质和运动规律的科学。包括数学、物理、化学、天文学、地球科学、生命科学等。它不仅是巨大的生产力,推动经济的发展,而且对人类思想文明的进步起着巨大的推动作用,成为提高人类认识世界能力的源泉,建立科学世界观的重要基础,加强道德建设的重要条件,培养人们勇于为科学真理献身的精神。

现代学科高度综合、相互渗透,要求人文学科学生学习自然科学

自然科学对人文社会科学的渗透表现在:自然科学的研究方法和技术手段被应用于研究人文、社会科学。例如,语言学,开始作为纯粹的人文学科,在现代已经日益广泛地使用实验和数学方法,以至于有成为“语言科学”的倾向,科学技术的发展,使计算机、多媒体以及其他现代化研究手段为人文、社会科学的研究提供了极为便利的条件,大大提高了研究效率。经济学的研究更离不开自然科学的支持。

在人文、社会科学中开始引入自然科学的概念和命题,来证明“价值”合理性和科学性,自然科学中的概念,如信息反馈、控制、系统、机制等日益渗入社会科学中,有些社会科学,如教育学、社会学等

都日益向定量化发展。自然科学的命题、判断已广泛应用于社会科学之中；心理学的成果应用于教育学之中，从而使人文、社会科学日益走向科学化。因此，从科学相互渗透的趋势来看，不了解自然科学的一些基本知识，不掌握一些现代科学技术，就不能很好地从事人文、社会科学的学习和研究。

素质教育要求人文学科学生学习自然科学

大学生素质教育就是以高尚的人格主体精神为核心，身心健康为前提，人文教育和科学教育为两翼，注重对学生的创新意识和创造能力的培养，从而适应时代的发展和社会的需求。现代社会生活的日益复杂化决定了对现实问题的研究和解决，单一的文科或理科知识已不能有效地担当起这一责任，它需要工程技术与人文、社会科学的紧密结合，协同作战。如能源的发展、环境污染的治理、城市的规划、人工智能的开发等，这些问题既不是单纯的技术问题，也不是单纯的社会问题，解决这些问题需要自然科学、工程技术以及社会学、人口学等许多社会科学的知识。即便不是这些庞大复杂的问题，就是处理现代社会的日常办公事务，也需要具备良好的科学素养，懂得计算机操作以及办公自动化等知识。因此，它给高等学校提出了培养人才全面素质的要求，未来社会发展需要的人才是综合型、复合型、全面发展的人才。

新兴学科的形成，要求人文学科学生必须学习自然科学知识，才能适应社会的需要

自然科学、社会科学、技术科学之间相互渗透、相互交叉，并通过这种交叉和渗透形成一批边缘学科或综合学科，如控制论、信息论、系统论、技术经济论、技术美学、数理语言学、行为科学等。它们的相互结合与渗透形成的重大课题，具有高度综合和跨学科的性质，这些课题的解决所产生的社会效益在日益显著提高。这种跨学科的研究，不但可以提高研究的效率，而且可以保证研究成果具有广泛的应用性。没有自然科学的知识，就不能适应交叉学科发展的要求，更不能学好人文社会科学。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 自然科学的对象、性质和作用	1
一、自然科学的研究对象	1
二、自然科学的性质和特点	3
三、自然科学的社会作用	4
第二节 自然科学的体系结构	8
一、自然科学结构的演化	9
二、自然科学的层次结构	14
三、自然科学的学科结构	15
四、自然科学的知识结构	19
第三节 自然科学的历史演进	22
一、科学的起源	22
二、古代自然科学的形成	23
三、近代自然科学的产生及其特点	27
四、现代自然科学的产生及特点	30
第二章 宇宙世界	39
第一节 宇宙的形成和演化	39
一、大爆炸宇宙论	39
二、天体系统及其演化	44
三、银河系	48
第二节 太阳和太阳系	52
一、太阳系的结构与起源	52

二、太阳的特征与演化	58
三、太阳系的行星和卫星	68
第三章 地球环境系统	76
第一节 地球环境	76
一、地球的圈层构造	76
二、大地构造理论	80
三、地表形态及其演化	86
四、地球大气	95
五、地球上的水圈	105
六、地球的土壤与生物	117
第二节 地球环境的演化与自然地理分异	125
一、地壳演变过程与现代自然地理环境的形成	125
二、人类与自然地理环境的相互作用	132
三、自然地理环境的地域分异	141
第三节 环境科学与生态学	147
一、环境问题和环境科学的产生	147
二、环境科学的研究内容	149
三、生态学的产生与研究内容	150
第四章 物质世界的统一性	155
第一节 物质构造之谜	157
一、古人对物质本源问题的探索	157
二、物质结构的层次	158
第二节 物质的运动和力	159
一、力学的起源	159
二、运动学基本原理	161
三、运动定律	171
第三节 分子运动和热	190
一、热学的起源	190
二、热学基础知识	192
三、热力学定律	194

四、统计物理学简介	197
第四节 电磁与光	198
一、电磁学	198
二、光	221
第五章 物质的化学	228
第一节 化学反应的实质及类型	228
一、化学与物质	228
二、化学反应的实质	236
三、化学反应的类型	238
四、化学反应的基本定律	239
第二节 无机界与无机化学	241
一、元素与元素周期律	241
二、放射性同位素	248
三、晶体与金属	254
第三节 有机物与有机化学	258
一、人类对有机化合物的认识	259
二、有机经典结构理论的建立	262
三、有机化学反应的类型	267
四、高分子材料及应用	269
五、生命物质与生物化学	279
第六章 地球上的生命	288
第一节 生命的起源	288
一、从无机物合成有机小分子	289
二、生物大分子的合成	290
三、多分子体系的原始生命的出现	291
第二节 生命的基本特征与结构	293
一、生命的基本特征和物质基础	293
二、生物世界的基本结构及其层次性	299
第三节 生物的进化	312
一、生物进化的证据	313

二、生物进化与物种形成	318
三、人类的起源与进化	324
第四节 生物的多样性	327
一、生物多样性及其价值	327
二、生物多样性的处理——生物分类学	334
三、生物的主要类群	336
第五节 生物与环境	347
一、生物的环境制约	347
二、生物对环境的适应性	356
三、生物的协同进化	358
第七章 现代自然科学综述	361
第一节 现代自然科学思想	361
一、整体和综合思想	361
二、层次结构思想	364
三、移植思想	367
第二节 现代自然科学研究方法	368
一、科学实验法	369
二、数学方法	372
三、系统科学方法	379
四、信息方法	383
五、控制论方法	387
六、复杂性科学研究方法	390
第三节 现代基础科学的若干重大理论或前沿领域	398
一、相对论	399
二、量子理论	404
三、粒子物理学	410
四、分子生物学	411
第四节 现代技术的前沿领域	415
一、信息技术	416
二、新材料技术	425

三、能源技术	432
四、海洋技术	434
五、空间技术	438
六、纳米技术与纳米材料	443
七、遥感和地理信息系统技术	450
八、生物工程技术	453
第八章 自然科学研究与科学家	460
第一节 自然科学研究	460
一、自然科学研究的目的与类别	460
二、自然科学研究的成果及评价	463
第二节 自然科学家	466
一、自然科学家的产生	467
二、自然科学家在科学技术发展中的地位和作用	469
三、自然科学家的素质	473
四、自然科学家的成长与培养	479
后 记	486

第一章 绪 论

第一节 自然科学的对象、性质和作用

在现代科学知识体系构成中,自然科学与社会科学、综合科学共同构成了现代科学的三大门类。自然科学是以人类生产活动为基础而产生的,并通过明确自然界的规律性而建立,它能进一步提高和促进人类生产活动,但其发展又直接受到生产和技术状态的限制。

一、自然科学的研究对象

自然科学是研究自然界中各种自然现象或事物的结构、性质和运动规律的科学。因此,自然界的物质形态、结构、性质和运动规律等都是自然科学的研究对象。

(一) 物质的基本形态

人类对自然界的认识,首先是从认识物质的形态开始的,自然界物质种类丰富多姿,每种物质都有自己独特的形态。最基本的物质形态包括固态、液态、气态、等离子态、中子态、场和反物质态,这些基本形态按照内部结构特点可分为实物和场两种基本类型。

固态、液态和气态是常温状态下物质的三种普通形态。场是指物质间的相互作用场,它是存在于整个空间并具有传递相互作用能力的物质连续形态,例如天体之间的引力场、电荷周围的电场、运动电荷周围的磁场、原子核内质子和中子之间的介子场。把气体加热

到几千度,一部分气体原子发生电离,变成带正电的离子和带负电的自由电子,若加热到几万度,气体就全部电离,这种由电离子和电子组成的气体叫等离子体,也就是导电的气体,太阳、闪电及电弧都是等离子体。在地球之外,存在着一种粒子的集聚态,其分子和原子间的空隙、原子核和电子间的空隙均已消失,形成了一种密度特别大的物质叫中子态或超固态,如中子星就是由中子态物质构成,平均密度是每平方厘米 1 亿吨。科学家(1932)发现自然界除存在带负电的电子外,同时还存在正电子,这种正电子称为电子的反粒子,日前已发现 300 多种基本粒子都有它的反粒子,其区别在于电荷符号的不同,人们把它们称为反物质。

(二) 物质的结构和性质

自然界中每一种物质都有自己的结构,由此决定其特有的性质。

所谓的结构是指组成物质的各要素之间相互联系和相互作用的形式。研究物质结构,主要是研究物质系统内各要素之间排列顺序和组合方式等。物质结构多种多样,概括起来可分为空间结构和时间结构两种基本类型。

空间结构可分为内部结构和外部结构。内部结构表现为物质系统内各要素之间在数量上保持一定的比例关系,在性质上相互协调,相互适应,在形态上呈网络状。内部结构是物质的一种稳定结构,是物质系统本身具有的相对独立性。外部结构是指物质系统与环境之间相互作用的关系,可分为同素异构和同构异素等两种类型。前者是指物质系统组成要素的数量、性质和相互作用力的类型相同,但要素间的具体联系形式不同,致使各个要素在空间排列顺序、距离和方位不同,形成不同的结构形式;后者是指结构形式相同,但物质系统的组成要素不同,如氯化钠、氯化钾都是立方晶体的结构形式,但组成要素都不相同。

时间结构是指一种历时态的变动结构,指结构的流动性和变化性。任何结构都不是一成不变的,都有其自己产生、演化的历史。

不同的结构决定着物质具有不同的性质。自然科学在研究物质结构的同时,还要研究物质的性质。如化学中的同素异构体,化

学成分相同,分子结构却不同,因而其物理、化学性质各不相同。

(三) 物质运动的形式和规律

恩格斯指出:“自然科学的研究对象是运动着物质、物体。物体和运动是不可分的,各种物体的形式和种类,只有在运动中才能认识。”所以对物质运动形式和运动规律的研究,就成为自然科学的主要研究对象。

自然界物质存在形态及物质结构层次的多样性和无限性,决定了物质运动形式的复杂性。同时各种物质运动形式又是相互联系、相互转化的。现代自然科学对自然界的六种基本运动形式进行了探究,即微观物质运动、化学运动、宏观物理运动、生命运动、地球运动和宇宙天体运动,相应构成了微观物理学、化学、宏观物理学、生命科学、地学和天文学等学科。随着科学的发展,还会发现新的运动形式,对这些新的对象进行研究,又会产生新的学科。能量是对物质运动形式的一般度量,不同运动形式相应有不同的能量,如机械能、分子能、电能、化学能和原子能等。当物质运动形式发生转换时,能量形式也发生相应变化。

规律是物质运动过程的本质联系和必然趋势。规律是客观的,是物质运动本身固有的。各种运动形式都有自己特殊运动规律。自然科学主要是研究特殊运动规律的,如牛顿力学揭示了机械运动规律,量子力学揭示了微观粒子运动的规律。

二、自然科学的性质和特点

自然科学作为反映自然物及其运动形式的本质和规律的一种知识体系,与人类其他类型的知识相比,具有自己特有的性质,主要表现在两个方面:

(一) 自然科学是关于自然的系统化的知识

自然科学不是零星知识的简单堆砌,而是根据一定的原则,对实验数据、资料、经验公式进行整理,从而得到的一个有机的知识整体。从这个意义上讲,古代人们在生产实践中积累起来的实用知识,仅仅