



21世纪高等师范教育教材 21SJGDSFJYJC

现代自然科学概论

主编 袁运开

华东师范大学出版社

现代自然



21SJGDSFJYJC

科学概论

21世纪高等师范教育教材

华东师范大学出版社

主 编 袁运开
编 委 (按笔画顺序排列)

王顺义 袁运开 张 超
钱振华 高剑南 秦德安

主要编写人员:

王顺义 袁运开 张 超
钱振华 高剑南 秦德安
张锡年 宣桂鑫

图书在版编目(CIP)数据

现代自然科学概论/袁运开编著. —上海:华东师范大学出版社,2002. 10

ISBN 7-5617-3053-5

I. 现… II. 袁… 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 081330 号



21 世纪高等师范教育教材

现代自然科学概论

主 编 袁运开
策划组稿 教材策划部
特约编辑 石国通 张瑜琰 等
责任校对 邱红穗
封面设计 卢晓红
版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社
市场部 电话 021-62865537
传真 021-62860410
门市(邮购)电话 62869887

<http://www.ecnupress.com.cn>

社 址 上海市中山北路 3663 号
邮编 200062

印 刷 江苏苏州永新印刷包装有限公司
开 本 787 × 1092 16 开
印 张 31.25
字 数 599 千字
版 次 2002 年 10 月第一版
印 次 2002 年 10 月第一次
印 数 001 — 5 100
书 号 ISBN 7-5617-3053-5 /N · 105
定 价 36.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

总 序

自中共中央、国务院《关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》提出要“调整 and 改革课程体系、结构、内容,建立新的基础教育课程体系”以来,基础教育课程改革浪潮在全国迅速兴起。基础教育的课程改革必然对师范院校的教学内容提出新的要求,因而更新师范院校教学内容的呼声日渐强烈。教材是教学内容的最基本的表达形式,是对教学内容的系统阐述,是学生在校进行学习、获得系统知识的主要材料。编写出优秀的教师教育教材是广大教师教育工作者孜孜以求的。

正是基于这种认识,我们致力于编写一套“21 世纪高等师范教育教材”。本套教材编委会汇集了全国十余所部属和省属师范大学专家学者的意见,确定编写书目,并经过严格的遴选程序,推选出在各专业有较高学术威望、有丰富教学经验、曾经编写出版过教材的学科带头人作为各册教材的主编。

为了适应基础教育课程改革的要求,体现基础教育改革的时代精神,我们在编写本套教材时力求做到两个统一:

第一,在内容选择上力求做到科学性、思想性和先进性的统一。

教材的内容首先必须是科学的,要准确地阐述相关学科的基本概念、原理和事实,并科学地阐述概念之间的相互关系;思想性是建立在科学性的基础之上并寓于科学性之中的,教材要使学生能从科学的内容中习得正确的思想观点;先进性是时代发展的要求,要把科学上最新的、被证实的成果反映到教材中来,使学生的学习能把握时代跳动的脉搏。

第二,在内容编排上力求做到知识的内在逻辑与教学法的要求相统一。

每门学科都有自身的系统性,编写教材必须考虑这门学科本身的内在逻辑,即如布鲁纳所说的学科结构,以使学生能够洞察学科的基本架构;但是一门学科的教材不是相应科学的缩写本,它还必须把科学知识的系统性和教学法的要求结合起来,充分考虑学生的学



习特点和认知过程的发展规律,使科学知识的表达能以最恰当的方式为学生所接受并内化。

当然,作为新世纪的教材,我们还要求本套教材在编辑、出版、印刷、装帧等方面也是高质量的。

如今,经过教材编委会、编者和出版社历时 18 个月的努力,第一批 16 本“21 世纪高等师范教育教材”终于在新学期开学前与广大读者见面了。希望这套新教材能受到大家的欢迎和喜爱,也期待各位提出宝贵意见和建议。

按照编写出版计划,整套“21 世纪高等师范教育教材”将在 5 年中陆续出齐。我们将在汇总和分析大家意见的基础上,做好第二批教材的编写出版工作,使之成为全国高等师范院校首选的教学用书。

“21 世纪高等师范教育教材”编委会主任

华东师范大学校长

王建磐

2002 年 5 月

前 言

在上个世纪的 100 年中,科学技术进入了有史以来发展最快的历史时期。在以相对论、量子论、DNA 双螺旋结构和板块学说的提出为标志的科学革命的推动下,科学理论无论在深度和广度上都得到迅猛的发展,特别是在 20 世纪中叶以后,原子能技术、空间技术、微电子与信息技术、现代生物技术、新材料技术、新能源技术、海洋技术等的发展与运用迅速地改变着世界的面貌。一方面科学技术领域的革命性变革,科学知识空前快速地生产、传播与转化,极大地推动了生产力的发展,并且不断渗透到社会生活的各个方面,以致对人们的思维方式、思想意识乃至价值观念都产生了重大影响。另一方面,科学技术与社会的发展,也产生了生态环境恶化、资源枯竭等一系列负面的问题,严重阻碍了社会的可持续发展。就科学技术本身来讲,它一方面不断分化,一方面又不断综合,但从总体上说,一种结构性的综合化、整体化趋势已成为最活跃的因素,显现出旺盛的生命力,像环境科学、材料科学等都是很突出的例子。科学技术化与技术科学化也已成为一种内在的演化过程,在一定程度上,科学正在变成技术,而且越是高新技术,其包含的科学知识也就越加丰富,像作为知识经济时代标志的信息技术就是半导体物理、化学、微电子技术、自动控制技术、激光技术等各门自然科学技术相互渗透、融合的产物。面对着这样的挑战,作为新时代的大学生,不论主修哪个专业,都必须提高自己的科学素养,扩大并深化自己对自然科学技术的认识,即便是文科学生对现代自然科学技术也至少应有一个概貌的了解,这对于他们今后的工作、学习与终身发展,适应社会需求,参与社会决策,服务祖国的现代化建设事业乃至全人类的和平与发展都是不可或缺的重要一环。

我们这本《现代自然科学概论》就是针对上述情况,以提高师范院校学生的科学素养为目标,面向师范院校的全体本科生,但以文科生为主要读者对象来编写的。

它以现代自然科学为基础,力求将科学技术与社会连结起来。



以高中水平的经典自然科学为起点,抓住学科演变过程中的革命性变更及其关键环节展开,并注意反映中国科学家的重要贡献。内容的深、广度以概论为度,并力求深入浅出,好学易读,图文并茂。全书共分四篇,首篇是自然科学发展史概要,第二篇是现代自然科学基础,第三篇是当代文明与自然科学技术,第四篇是科学、技术与社会,内容涵盖了天文、物理、化学、生物与自然地理各学科及其相应的高技术学科分支和系统科学与社会系统、科学技术与人类健康、科学技术与经济发展以及环境与可持续发展等。

本书的主要特点,概括讲,有六条:一是打破大学传统公共自然科学基础课程的内容框架模式,由经典转向现代,并扩大其学科领域的覆盖面,呈现整合特点,以期能给同学以科学整体性与自然整体性的教育。二是力求反映当代最新科学技术成果,体现时代特征。三是改变科学与技术和社会相割裂的情况,体现了科学、技术与社会互动与关联的实际,这对培养学生理论联系实际,认识科学、技术对社会发展的深刻影响,形成参与社会决策意识和可持续发展观念是会发挥作用的。四是注意科学知识与科学精神、科学思想与科学方法的结合,力求体现科学精神与人文精神的统一,有利于全面提高大学生科学文化素养。五是历史地展开教材内容,既有助于读者了解科学发展的来龙去脉,又便于师范生,尤其是文科学生的学习。六是为便于读者的复习思考和进一步深入钻研,每章章末均附有思考题及参考文献。

本书内容涵盖比较宽广,任课教师在使用时,基于学时安排、学习对象的差异等因素,也可选用其中部分章节作为教学素材。

本书的编写其分工如下:前言 袁运开;第一篇 第一、二章 王顺义;第二篇第三章 钱振华,第四章 高剑南,第五章 秦德安,第六章 张超;第三篇第七章 张锡年,第八、九章 宣桂鑫,第十章 高剑南,第十一章 秦德安,第十二、十三章 张超;第四篇第十四章 张超,第十五章 秦德安,第十六章 王顺义,第十七章 张超。夏志华、张祎、侯宏亮、张晓青、李卫江、王凤霞、王玉萍、叶雷、张伟分别参加了第六、十二、十三、十四及十七章的部分编写工作。全书由袁运开统稿。

本书的主要作者虽然均为学术基础宽厚、又具有教材编写经验



的资深教授,但由于按本书的努力目标来编写此书,完全是一项崭新的尝试,大家都缺乏经验,是否符合实际,还有待在各校使用中检验,我们希望能以此为契机,通过不断接收来自教学第一线师生们的宝贵意见,反复进行修改,使之渐臻完善。愿我们共同努力,把这项提高大学生科学素养的工作做好!本书的出版得到华东师范大学出版社的大力支持,在此一并表示感谢。

编 者

2002 年 5 月

目 录

第一篇 自然科学发展的历史回顾

3	第一章 自然科学的萌芽与兴起
3	第一节 古希腊的科学
3	一、古希腊早期的科学成就
4	二、亚里士多德的科学成就
6	三、古希腊晚期的科学成就
7	第二节 中国古代的科学
7	一、中国古代的科学成就
11	二、中国古代科学发达的社会原因
14	第二章 近代自然科学的发展
15	第一节 16、17 世纪的科学革命
15	一、从哥白尼到开普勒：近代天文学革命
16	二、从帕拉塞尔苏斯到波义耳：17 世纪的化学革命
17	三、从伽利略到牛顿：近代力学革命
19	四、从维萨留斯到哈维：近代人体生理学革命
21	第二节 近代科学革命的社会文化动因
21	一、科学研究活动的社会制度化
25	二、若干新的文化价值取向的形成
29	第三节 18、19 世纪欧洲科学的发展
30	一、18、19 世纪物理学的革命
31	二、18、19 世纪化学的革命
33	三、18、19 世纪生物学的革命
34	四、18、19 世纪地学的革命



第二篇 现代自然科学基础

39	第三章 20 世纪物理学概观
40	第一节 爱因斯坦及其相对论
41	一、狭义相对论
41	二、牛顿的绝对时空观
42	三、相对性原理
43	四、伽利略变换
44	五、光传播速度的疑难
44	六、爱因斯坦的假设与洛伦兹变换
46	七、相对论的时空观
48	八、相对论的质速关系
49	九、相对论的质能关系
49	第二节 从万有引力到广义相对论
49	一、万有引力定律
50	二、引力质量与惯性质量
51	三、等效原理
52	四、广义相对性原理
52	五、广义相对论的实验检验
53	第三节 从量子论到量子力学
53	一、冲破黑体辐射的乌云
55	二、光的波粒二象性
57	三、实物粒子的波动性
59	四、波函数
60	五、薛定谔方程
61	六、海森堡的测不准关系
62	第四节 粒子物理与基本相互作用
62	一、粒子世界
67	二、基本粒子的相互作用
68	三、根据相互作用对粒子的分类
69	四、粒子物理即高能物理
70	第五节 现代宇宙学



71	一、宇宙概观
71	二、银河系
71	三、河外星系
71	四、宇宙中的其他物质
72	五、相对论宇宙学
72	六、牛顿古典宇宙论的矛盾
73	七、膨胀的宇宙
74	八、大爆炸宇宙学
77	九、宇宙的未来
79	第四章 20 世纪化学的辉煌
80	第一节 多姿多彩的物质世界
80	一、单质
82	二、化合物
88	第二节 化学为人类创造新物质
88	一、化合物种类的剧增
89	二、有机合成的魅力
91	三、中外有机化学家的创举
95	四、合成化学的新概念
98	第三节 结构决定性质
98	一、原子结构
102	二、分子结构
115	三、晶体结构
126	四、物质结构的测定
129	第四节 化学反应的研究
129	一、从自发反应说起
130	二、实现反应的关键——反应速率
131	三、改变化学反应速率的物质——催化剂
134	四、基元反应的研究
136	第五节 绿色化学
136	一、绿色化学的兴起
139	二、化学反应的新概念——原子经济反应



- 141 三、取之不尽用之不竭的可再生生物资源
- 144 四、安全价廉的溶剂
- 145 五、功能与环境友好并重的绿色化学产品

147 第五章 20 世纪生物学的突飞猛进

147 第一节 生物学的涵义

148 第二节 认识细胞的三个阶段

- 148 一、细胞的发现与细胞学说的建立
- 148 二、电子显微镜与细胞的超微结构
- 150 三、生物膜的结构与功能

152 第三节 从经典遗传学到分子遗传学

- 152 一、孟德尔与遗传的基本规律
- 153 二、摩尔根与基因论
- 153 三、分子遗传学的诞生与发展

164 第四节 生物大分子研究中的重大突破

- 164 一、桑格对蛋白质化学结构的贡献
- 166 二、核酸结构的研究
- 169 三、生物大分子的人工合成
- 170 四、重组 DNA 技术
- 172 五、人类基因组研究计划

174 第五节 分子生物学与其他学科的关系

- 174 一、分子神经生物学
- 175 二、发育分子生物学
- 175 三、分子细胞学
- 175 四、分子进化生物学

177 第六章 地理科学与地理建设

177 第一节 地球表层系统

- 177 一、地球表层系统的特征
- 181 二、地球表层系统的演化
- 182 三、地球表层系统的结构
- 183 四、地球表层系统研究的重要意义



186	第二节 基本地理过程和地理规律
186	一、基本地理过程
192	二、基本地理规律
197	第三节 地理系统工程
197	一、地理系统工程的概念
197	二、地理系统工程的建立与发展
198	三、地理系统工程的内容
199	四、地理系统工程的基本方法
201	第四节 地理建设
201	一、资源系统建设
202	二、能源系统建设
205	三、水资源建设
206	四、环境保护与绿化
206	五、灾害预报与防治
207	六、城镇及居民点建设
210	七、人口控制

第三篇 当代文明与自然科学基础

215	第七章 信息时代与信息工程
216	第一节 微电子技术 with 电子计算机
216	一、微电子技术
218	二、电子计算机
221	第二节 进入信息时代的现代通信
221	一、微波中继通信 with 卫星通信
223	二、光纤通信
223	三、移动通信 and 个人通信
225	四、数字通信
226	第三节 信息高速公路 with 互联网
230	第八章 激光 with 新能源
230	第一节 激光 with 激光应用

230	一、激光及其特性
232	二、激光器的结构和原理
233	三、激光器
236	四、激光的应用
239	第二节 能源科学与新能源
239	一、能源科学
240	二、核能
241	三、裂变
242	四、反应堆和核电站
245	五、核聚变与可控热核反应
247	六、热核聚变反应装置
250	七、能源与环境
251	八、太阳能工程
252	九、节能技术
255	第九章 空间技术与空间科学
255	第一节 航天器与人造地球卫星
256	一、火箭的速度
256	二、人造卫星的发射
257	三、三种宇宙速度
257	四、人造地球卫星
264	五、载人航天
267	第二节 空间技术和遥感技术
267	一、遥感原理
268	二、空间遥感技术的特点
268	三、遥感器的分类
269	四、多光谱扫描仪
270	第三节 空间科学研究
270	一、对地观测与对天观测
270	二、AMS 实验与宇宙学
271	三、空间实验
272	四、微重力科学与实验

278	第十章 新材料科学技术
278	第一节 材料科学概述
278	一、材料的重要性
279	二、材料的发展
280	三、材料的分类
283	第二节 新型材料
283	一、新型金属材料
286	二、新型陶瓷
290	三、功能高分子材料
294	第三节 纳米材料
294	一、纳米与纳米材料
295	二、纳米结构基元
298	三、纳米材料的性质与应用
304	第十一章 现代生物技术
304	第一节 现代生物技术的涵义
305	第二节 基因工程
305	一、一般方法
307	二、细菌基因工程
308	三、动物基因工程
309	四、植物基因工程
311	五、蛋白质工程
312	第三节 细胞工程
312	一、细胞杂交技术
313	二、杂交瘤细胞技术
314	三、细胞培养技术
316	第四节 酶工程
316	一、酶的特性
316	二、酶工程的主要内容
316	三、酶制剂的生产和应用
318	四、酶分子的修饰和改造
318	第五节 克隆技术



- 318 一、定义
- 319 二、培育克隆动物的原理和一般方法
- 320 三、培育克隆动物的意义
- 320 四、克隆技术与社会伦理问题

322 第十二章 海洋科学与海洋工程技术

322 第一节 蓬勃发展的海洋科学

- 322 一、海洋科学的范畴
- 323 二、海洋科学的发展及成就
- 325 三、现代海洋科学研究的特点及趋势
- 327 四、中国的海洋科学

328 第二节 海洋资源的开发和利用

- 328 一、海洋蕴藏着丰富的资源
- 330 二、海洋资源的开发利用
- 333 三、我国海洋资源的开发利用

334 第三节 海洋环境保护

- 334 一、危害海洋环境的主要途径
- 336 二、全球海洋环境状况
- 337 三、海洋污染治理与环境保护
- 338 四、中国海洋环境保护

339 第四节 河口、海岸工程

- 339 一、海岸防护工程
- 340 二、围海工程
- 341 三、海港工程
- 342 四、河口治理工程与海上疏浚工程
- 343 五、海洋能工程

345 第十三章 数字地球

345 第一节 数字地球概述

- 345 一、数字地球的概念
- 348 二、数字地球产生的必然性
- 349 三、构建数字地球的关键技术



349	第二节 对地观测技术
350	一、遥感的概念
350	二、遥感的分类
351	三、国外对地观测技术的新进展
354	四、中国对地观测技术的发展与应用
357	第三节 全球定位系统
357	一、GPS 的发展历史
359	二、GPS 的定位原理
360	三、GPS 的分类及其应用
361	第四节 地理信息系统
361	一、地图与空间信息
363	二、地理信息系统的基本概念
364	三、地理信息系统的组成
366	四、地理信息系统的功能与应用
367	第五节 信息高速公路
367	一、信息高速公路的概念
368	二、国家信息基础设施
370	三、国家空间信息基础设施
373	第六节 数字地球的应用前景
373	一、数字地球与可持续发展
374	二、数字地球与全球变化、防灾减灾
375	三、数字地球与国家重大工程
375	四、数字地球与远程教育
376	五、数字地球与百姓生活

第四篇 科学技术与社会

381	第十四章 系统科学和社会系统
381	第一节 系统的分类
381	一、自然系统和人造(人工)系统
381	二、实体系统和概念(抽象)系统
382	三、静态系统和动态系统