



中央广播电视大学教材

Z I R A N K E X U E J I C H U

自然科学基础

■ 周天泽 主编



中央广播电视大学出版社

中央广播电视大学教材

自然科学基础

周天泽 主编



中央广播电视大学出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

自然科学基础/周天泽主编. —北京: 中央广播电视
大学出版社, 2010. 7

中央广播电视大学教材

ISBN 978-7-304-04912-6

I. ①自… II. ①周… III. ①自然科学-电视大学-
教材 IV. ①N

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 139666 号

版权所有, 翻印必究。

中央广播电视大学教材

自然科学基础

周天泽 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010-58840200

总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

版式设计: 韩建冬

责任编辑: 杜建伟

责任校对: 王亚

责任印制: 赵联生

印刷: 北京印刷集团有限责任公司印刷二厂 印数: 17001~28000

版本: 2010 年 7 月第 1 版

2012 年 6 月第 3 次印刷

开本: B5

印张: 22.25

字数: 384 千字

书号: ISBN 978-7-304-04912-6

定价: 29.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前 言

本书是在中央广播电视大学领导和组织下，为开放教育专科小学教育专业必修的综合基础课程“自然科学基础”编写的主辅合一的文字教材。它是为保证国家基础教育课程改革新增的综合课程——“科学”的顺利实施，适应我国当前小学教师新课程教师培训的实际需要，普遍提高我国农村及老、少、边、穷地区小学教师自然科学素养而编写的。

本书严格按照教育部颁布的相关标准及中央广播电视大学组织专家审定的课程教学大纲，将物理学、化学、生物学及地学的基础知识结合具体问题按世界物质性、物质运动性、运动规律性加以整合。本书虽定位于大专层次，4学分，但构建时考虑其他专业学分较少，特别是自主学习的需要，用习题规范了相关内容；同时，每章章前设置了“学习目标”、“重点”、“难点”，章末专列了“教学建议”栏目。因此本书既是一部教材，又是一部学材，前者通过必要的教学辅导可以了解和理解，后者通过习题演练（附录中有详细解答）就可掌握，只要有初中文化水平就可看懂，适合非理科专业的广大读者群。引言和附录汇集了自然科学基础和科学教育的经典事例及理论。

本书系集体创作。多年来，中央广播电视大学组织的教师讨论、专家审定为本书提供了方向指导、素材积累和构建思路。本书编写分工如下：

主编 周天泽

第七、第八、第九章 杨悦

第二、第三、第四章 张国栋

第一、第五、第六、第十章，引言、结束语、附录 高素敏、周天泽

编 者

2010年2月

目 录

引 言 不断创新的自然科学	(1)
第一节 科学的内涵	(1)
一、探索新事物的科学	(1)
二、科学发展的代表性人物和重要科技进展	(3)
第二节 基本科学方法	(6)
一、观测与实验	(6)
二、调查与统计	(8)
三、其他方法	(11)
第一章 物体的运动和力	(14)
第一节 运动学	(15)
一、参考系和坐标系	(15)
二、速度和加速度	(17)
三、匀变速直线运动	(20)
四、曲线运动	(22)
第二节 动力学	(25)
一、力的基本概念和生活中常见的力学现象	(25)
二、牛顿运动定律及其应用	(29)
第三节 功和能	(34)
一、功和能的概念	(34)
二、功和能的有关规律	(37)
三、功和能的知识在生活中的应用	(40)

第二章 分子运动和物态变化 (45)**第一节 分子动理论** (46)

一、物质的组成 (46)

二、热力学定律 (49)

第二节 物态变化 (52)

一、固体 (52)

二、液体 (54)

三、液晶 (56)

四、气体 (57)

五、物态变化 (59)

第三章 声和光 (65)**第一节 机械振动和机械波** (66)

一、机械振动 (66)

二、机械波 (74)

第二节 声音 (78)

一、声音的产生与传播 (78)

二、乐音与噪声 (79)

三、声音的应用 (82)

第三节 光现象 (84)

一、我们周围的光现象 (84)

二、光的反射 (87)

三、光的折射 (89)

四、全反射 (90)

五、透镜及其应用 (91)

六、物体的颜色 (97)

第四章 电和磁 (101)**第一节 电流和电路** (102)

一、电现象、电荷及电场 (102)

二、电流及欧姆定律	(111)
三、串联电路	(113)
四、并联电路	(115)
五、基尔霍夫定律	(118)
六、电功和电功率	(119)
七、焦耳定律	(120)
第二节 电磁现象	(120)
一、磁现象、磁场及地磁场	(120)
二、电磁感应	(124)
三、电动机	(131)
四、电磁振荡	(135)
五、电磁波	(137)
六、信息数字化	(140)
第五章 物质的性质和分类	(143)
第一节 空气和水	(144)
一、空气及其运动	(144)
二、水、溶液与生活	(147)
第二节 金属、非金属及无机化合物	(153)
一、金属	(153)
二、非金属	(156)
三、无机化合物	(157)
第三节 有机物	(162)
一、有机化学基础	(163)
二、营养化学基础	(166)
三、高分子化学基础	(170)
第六章 化学反应	(174)
第一节 化学反应的类型	(175)
一、无机反应	(175)
二、有机反应	(178)
三、聚合反应	(179)

第二节 化学反应中的能量转换·····	(179)
一、燃烧和热化学·····	(179)
二、化学反应的控制·····	(182)
三、化学反应与安全·····	(184)
第三节 化学反应的定量研究·····	(187)
一、化学计量学和分析化学基础·····	(188)
二、化学平衡·····	(190)
第四节 化学反应实质的探讨和核反应·····	(193)
一、化学键和分子结构·····	(193)
二、原子结构和元素周期律·····	(195)
三、核反应·····	(196)
第七章 生物多样性 ·····	(201)
第一节 生命的物质基础和结构基础·····	(202)
一、生物的基本特征·····	(202)
二、生命的物质基础·····	(203)
三、生命的结构基础·····	(208)
第二节 生物多样性的三个层次·····	(214)
一、遗传多样性·····	(214)
二、物种多样性·····	(217)
三、生态系统多样性·····	(222)
第三节 生物多样性的价值·····	(224)
一、直接使用价值·····	(224)
二、间接使用价值·····	(227)
三、潜在使用价值·····	(228)
第四节 生物多样性的保护·····	(228)
一、生物多样性面临威胁·····	(228)
二、生物多样性的保护方法·····	(231)
第八章 生命活动及调节 ·····	(235)
第一节 植物的生命活动·····	(236)
一、吸收作用·····	(236)

二、输导作用·····	(238)
三、蒸腾作用·····	(240)
四、光合作用·····	(242)
五、呼吸作用·····	(246)
第二节 人和动物的生命活动·····	(248)
一、消化和吸收·····	(248)
二、呼吸·····	(251)
三、排泄·····	(253)
四、血液循环·····	(254)
第三节 生命活动的调节·····	(257)
一、植物生命活动的调节·····	(257)
二、人和高等动物生命活动的调节·····	(260)
第九章 生物的遗传和进化·····	(267)
第一节 生物的生殖·····	(268)
一、生殖方式·····	(268)
二、减数分裂·····	(269)
第二节 生物的遗传·····	(271)
一、遗传的物质基础·····	(271)
二、遗传的基本规律·····	(279)
第三节 生物的变异·····	(287)
一、基因突变·····	(287)
二、基因重组·····	(289)
三、染色体变异·····	(290)
第四节 生物的进化·····	(292)
一、生物进化的证据·····	(292)
二、生物进化学说·····	(295)
第十章 地球、太阳系和宇宙·····	(301)
第一节 地球的陆地和海洋·····	(302)
一、地壳的矿物和岩石·····	(302)
二、土壤和土地资源及农业化学基础·····	(303)

三、地球内部物质及其运动·····	(308)
四、海洋和洋底地貌·····	(311)
第二节 地球的运动·····	(314)
一、宇宙中的地球·····	(314)
二、地球的自转运动和昼夜现象·····	(316)
三、地球的公转运动和季节现象·····	(317)
四、太阳、地球和月球的相互作用·····	(320)
第三节 太阳系·····	(323)
一、太阳和能源·····	(323)
二、太阳系概貌·····	(325)
第四节 宇宙·····	(327)
一、天体概念·····	(327)
二、宇宙中天体的相对位置·····	(328)
附录一 习题关键词索引·····	(331)
附录二 部分习题参考答案·····	(335)
附录三 一些重要的教育心理学研究成果·····	(338)
结束语 自然科学是可持续发展的支柱·····	(340)
参考文献·····	(342)
后 记·····	(344)

引言 不断创新的自然科学

学习目标

了解：科学、科学文化、重要科学家、重要科技进展。

理解：科学精神、关键期、关键时段。

重点掌握：生活中测量工具的使用、有效数字、地图和元素周期表的使用。

科学是指反映自然、社会、思维等的客观规律的知识体系，因而通常分为自然科学、社会科学和思维科学等几类。自然科学指研究自然界各种物质和现象的科学，通常简称为科学，本书采用这一表述。研究则指探求事物的真相、性质、规律等的活动，科学研究指创造知识和整理知识以及开拓知识新用途的探索工作。这里简要论及作为探索新事物的科学和科学发展的若干代表人物和重大进展，它们是科学不断创新的见证。

第一节 科学的内涵

一、探索新事物的科学

20世纪90年代在贯彻“科学技术是第一生产力”的论断中，我国科学界深入探讨了“科学”概念的含义；21世纪初，中国共产党中央委员会在强调科教兴国的战略中，提出了科学文化观念。

(一) 什么是科学

虽然“科学”的含义难以界定，在不同时期、不同场合有不同的意义，每一种解释都反映出科学某一方面的本质特征，但目前都认同从三个层面来理解科学。

1. 科学是知识

科学是对客观世界的认识，是反映客观事实和规律的知识。首创进化论的英国生物学家达尔文（C. Darwin, 1809—1882）指出：**科学就是整理事实，以便从中得出普遍的规律或结论。**

2. 科学是知识体系

科学是反映客观事实和规律的知识体系。到20世纪，科学已不只是事实或规律的知识单元，而是由这些知识单元组成学科，学科又组成学科群，共同形成基础科学、技术科学和工程科学等多门类、多层次的知识体系。

3. 科学是一项事业

科学是一项反映客观事实和规律的知识体系相关活动的事业。第二次世界大战以后，科学活动进入国家规模，成为一种建制，成为一项国家或跨国事业。科学作为一项事业，在社会总体活动中的地位和功能有两方面的表现：在精神文明方面，作为智力活动，有利于形成对世界的科学认识；在物质文明方面，科学是改造世界的手段。

(二) 什么是科学文化

科学文化是在进一步普及教育、提高教育素质和全社会教育水平中提出的新观念，它包括科学知识、科学方法、科学思想和科学精神等内容。

1. 科学知识

从教育的角度看，科学是各学科组成的知识体系，又是创造新知识的智力活动。自然界原本是一个整体（体现于其物质性、运动性、规律性、可知性几方面），各分支学科是从各种不同的运动形式和特点去研究自然界，并经过数百年悠久历史的考验，在取得巨大成就的同时，各自创立了专用的术语和符号系统。科学研究需要应用这些知识，科学教育也需要掌握它们，两者的目标是一致的。

2. 科学方法

科学方法通常指观测与实验、调查与统计、归纳、分析、比较等。

3. 科学思想

科学思想指自然科学研究的最普遍指导思想。主要包括：简单性原理、自然界统一性原理、科学研究的客观普遍性原则、科研经验基础原则等。每门学

科又有各自特有的理论思维。

4. 科学精神

科学精神是自然科学基础教育的根本。目前科学界都认同实事求是、坚持真理、崇尚科学、破除迷信，也就是坚持一切认识要经过实证，反对对一切神秘事物的迷信和虚夸，是科学精神的本质和核心。

二、科学发展的代表性人物和重要科技进展

(一) 代表性的科学家

主要涉及近现代自然科学各学科领域的有关科学家及其重大成就。

1. 哥白尼

波兰天文学家哥白尼(N. Copernicus, 1473—1543)在1543年出版的著作——《天体运行》，是科学思考、实际观测和数学计算的杰作，是对神学和宗教迷信的第一次庄严挑战，是近代自然科学诞生的先声。

2. 牛顿

英国科学家牛顿(I. Newton, 1643—1727)在1687年出版的划时代的伟大著作——《自然哲学的数学原理》一书，及他所建立的力学理论是人类认识自然历史上第一次理论大综合，为天文学、力学、机械工程学、建筑学等工程技术的发展奠定了基础。

3. 法拉第

英国科学家法拉第(M. Faraday, 1791—1867)于1831年发现了电磁感应现象，他关于发电机和电动机的原理性实验为电气化时代奠定了基础。

4. 赖尔

英国地质学家赖尔(C. Lyell, 1797—1875)在1830年到1833年期间，出版了他的主要著作——《地质学原理》，他“第一次把理性带进地质学中”，对地质学和生物学作出了重大贡献。

5. 达尔文

英国科学家达尔文(C. R. Darwin, 1809—1882)于1859年出版了《物种起源》一书，建立了进化论，书中不但提出了生物的“自然选择学说”，而且彻底粉碎了物种不变论和上帝创造万物论。

6. 诺贝尔

瑞典科学家诺贝尔(A. B. Nobel, 1833—1896)是著名的化学家、实业

家，以研发安全炸药出名。他是目前世界上最重要的科学奖项——“诺贝尔奖”的创立者。

7. 门捷列夫

俄国科学家门捷列夫 (D. Mendeleev, 1834—1907) 于 1869 年发现的元素周期律不但在化学上有重大意义，而且在物理学、生物学、地质学上都有重要意义，还是原子结构理论研究的基础。

8. 齐奥尔科夫斯基

苏联空间科学家齐奥尔科夫斯基 (K. E. Tsiolkovsky, 1857—1935) 于 1898 年写成的论文——《用火箭推进飞行器探索宇宙》，第一次阐述了火箭飞行和火箭发动机的基本原理，对空间科学、军事科学的发展有深远影响。

9. 爱因斯坦

美籍德国科学家爱因斯坦 (A. Einstein, 1879—1955) 于 1905 年完成了论文——《论运动物体的电动力学》，创立了“相对论”，提出的质量-能量关系公式，为原子能的应用提供了理论基础。爱因斯坦不但是大物理学家，而且是人类历史上最伟大的思想家之一。

10. 卡逊

美国女海洋生物学家蕾切尔·卡逊 (R. Carson, 1907—1964) 在 1962 年出版了《寂静的春天》一书，首次对许多传统思想和口号如“向自然索取”、“征服自然”等提出质疑和挑战，开创了环境保护的全新观念和相关的科学领域。

(二) 重要的科技进展

1. 产业革命

产业革命在 17 世纪发生于英国，以 1785 年瓦特 (J. Watt, 1736—1819) 发明的蒸汽机进入市场为标志，完成了从动力机到工具机的生产技术系统工程的建立。当时所有的大机器，包括火车、轮船，都因有蒸汽机带动而飞速运转。这是人类历史上一次生产力的空前大发展。

2. 化工技术革命

化工技术革命发生于 19 世纪中叶到 20 世纪初的德国，以李比希 (J. Liebig, 1803—1873) 为代表的德国化学家首创了发展农业急需的肥料业，通过煤化学研究创立了有机化学，进行了染料和医药合成的广泛研究。

3. 生物工程的开创

以 19 世纪下半叶法国科学家巴斯德 (L. Pasteur, 1822—1895) 的发酵、

灭菌及传染病疫苗研究为代表，发现了微生物，为细菌学和免疫学奠定了基础，开创了生物化学，实际上开创了生物工程之先声。

4. 电力技术革命

电力技术革命以 1882 年美国发明家爱迪生 (T. A. Edison, 1847—1931) 在法拉第有关电实验的基础上在美国建立发电厂，完成电力工业技术系统的组装为标志，使人类迎来了电气化热潮。这是人类历史上又一次生产力大发展。

5. 核能应用的开始

核能应用以 1902 年波兰女科学家居里夫人 (M. S. Curie, 1867—1934) 发现镭为先兆，从放射性研究到核能的利用，为开创核能时代奠定了基础。

6. 石油化工技术的开发

1935 年美国化学家卡洛泽斯 (W. H. Carothers, 1896—1937) 模拟羊毛的化学结构，合成了尼龙-66，首次制得了合成纤维，大大推动了塑料、橡胶等新材料工业的迅速发展，实现了煤化工向石油化工的转换，使石油化工成为世界的支柱工业。

7. 电子计算机问世

1946 年由美国科学家埃克特 (J. P. Eckert, 1919—1995)、莫奇利 (J. Mauchly, 1907—1980) 等研制的世界第一台电子计算机 ENIAC 问世，开创了信息技术的新时代，使人类的生产和生活获得日新月异的进步。

8. 空间技术迅速发展

1957 年 10 月 4 日，苏联成功发射世界上第一个航天器——“伴侣”一号人造卫星，从此，人类开始进入太空时代；1961 年 4 月 12 日苏联将世界上第一个载人航天器——“东方”1 号载人飞船送入太空，人类首次进入宇宙空间；1969 年 7 月 20 日美国发射的阿波罗 11 号宇宙飞船在月球上着陆，人类首次登月；2003 年 10 月 15 日我国的载人飞船“神舟”5 号，把我国航天员杨利伟成功送入太空，实现了中国人遨游太空的梦想。

9. 分子生物学的开拓

1953 年美国科学家沃森 (J. Watson, 1928—) 和英国科学家克里克 (F. Crick, 1916—2004) 共同提出 DNA 分子双螺旋结构模型，揭示了核酸的遗传密码，提供生命复制机理的图像，对生物、医学和农业都有重大意义。这是 20 世纪生物科学最伟大的成就，标志着它进入了分子生物学的阶段。

第二节 基本科学方法

本节介绍在科学实践中有实用意义的基本方法，主要包括观测与实验、调查与统计以及某些探索性方法。

一、观测与实验

观测是指在自然发生条件下，运用感官和仪器对自然现象进行定性观察和定量测量的考察方法；实验则是指在有意识控制自然过程条件、模拟自然现象、突出主要因素，从而优化、能动、本质地探索有关规律。观测与实验是对于个体事物准确性的研究方法。这里仅从所用的基本工具及国际单位制规定的几个基本量范围内讨论。

(一) 几个基本量

这里仅论及长度、质量和时间三项。

1. 长度

18世纪末采用通过巴黎的地球子午线的四千万分之一长为1米，符号m。其法定量值为保存在巴黎国际计量局内的由90%的铂和10%的铱制成的米国际原器在空气温度为0℃时两标线间的距离。

实际生活中，木质米尺和塑料米尺通常用来测量长度，可以读到最小刻度的十分之一，相当于0.1~0.3 mm；还有米制游标卡尺，其最小读数为0.002 cm；以及千分卡尺，其主要用于精确测量较短的长度，例如金属丝的直径，薄板的厚度等，米制千分卡尺的最小读数为0.000 2 cm。

2. 质量

科学中的质量指惯性质量，即物体被当作质点时其惯性大小的量度，而惯性则是物体具有的保持其原来的运动状态不变的特性。惯性质量是从牛顿第一定律引出的，与此同时，还从万有引力定律引入了引力质量。实验证明这两种质量等同，这样就可用“千克国际原器”的质量作为质量的单位千克，国际符号为kg。千克国际原器是用90%铂和10%铱的合金做成的圆柱体，其直径和高均为39 mm，起初是根据1 dm³纯水在4℃时的质量为千克制作的。

实际生活和实验室中测量物体质量或重量的仪器很多，从最简单的弹簧

秤、电子秤到高新技术中的各种高灵敏度天平。感量是其重要技术指标。所谓感量是指引起仪器可识别响应的最小质量，例如普通市场用秤误差可达数克；分析天平的感量为 0.1 mg，微量天平为 0.01 mg；电子天平的精度高、操作简便，感量可达 1 μg ；目前最灵敏的是石英晶体振荡天平，感量达 1 ng。

3. 时间

通常所说的时间有两种含义：**时刻和时段**。时刻是运动状态的瞬时，用以表示事件发生的早晚。例如，8 点钟上课，9 点钟下课，这两个时间均指时刻。时段是运动状态的不同瞬时点之间的间隔，它有始终，表示运动过程经历的时间长短。时间是物质存在的基本形式之一，一切物质运动都是在一定的时间中进行的，因而可以根据物质运动来计量时间。只有具备稳定周期性和复现性的物质运动，才能作为计量时间的依据。最基本的时间计量单位是日，它是地球自转运动的周期。年也是一种重要的时间计量单位，它是根据地球公转运动的周期确定的。对日这一时间计量单位进一步等分得到时、分、秒。

实际生活中常用的机械表、电子表误差在分或秒（以 24 h 计）以内，已能满足日常需要。实验室或体育训练中常用机械停表或电子停表，它们的特点是装有开始、停止、复位等按钮，省去了分针和时针，只有间隙秒钟，旨在测量时间间隔，其最小刻度一般是 1/10 s。

(二) 有效数字及其运算规则

在测量和数字计算中，该用几位数字来表示测量或计算的结果，不是任意的，取决于测量误差及系统准确度的要求。这就涉及有效数字的概念。

1. 有效数字

在任一物理量的观测中，其准确度都有一定限度。例如，读取米尺上的某个长度，有人得到 11.43 cm，有人可得到 11.45 cm，而在绝大多数情况下，所得读数介于 11.43~11.45 cm。因此，在末位上的值是估计出来的，可以认为是不准确的或可疑的，但并非臆造，所以记录时应保留它。在本例中，这 4 位数字都是**有效数字**，也就是实际上能测到的数字。通常测量时，一般均可估计到最小刻度的十分位，故在记录某一数量时，只应保留一位不准确数字，其余的均为准确数字。

关于数字 0，需要特别关注。例如，在长度 0.032 0 m 中，前面两个 0 均非有效数字，因为它们只起定位作用，即只与所取的单位有关，而与测量的精确度无关；若改用厘米为单位，则它们全消失，变为 3.20 cm。故有效数字实为 3 位。最后一个 0 是有效数字，它表示实际结果可能在 3.19~3.21 cm。对于 3 200 这