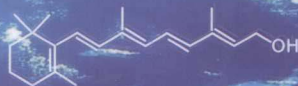
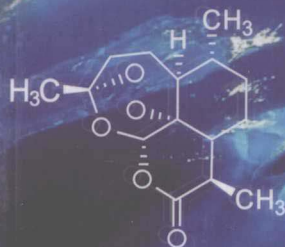




普通高等教育“十一五”国家级规划
国家大学生文化素质教育基地

教材



Chemistry And Human Civilizations

科学通识系列丛书

化学与人类文明

○ 王彦广 吕萍 编著

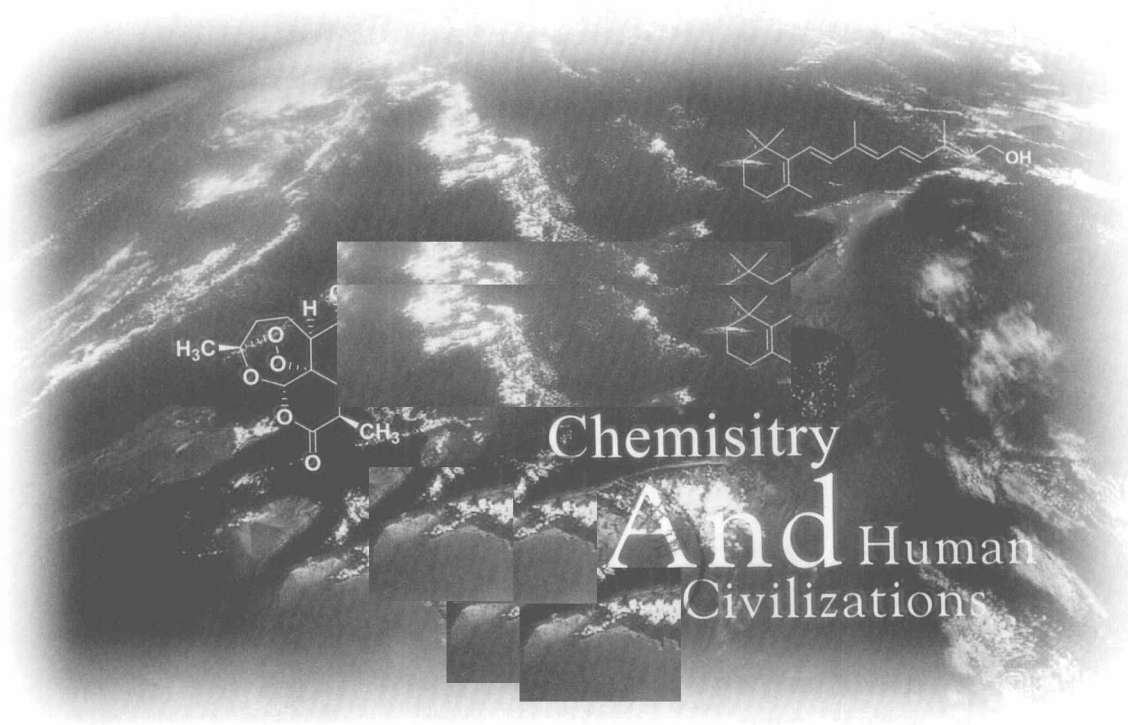


ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划
国家大学生文化素质教育基地

教材



Chemistry
And Human
Civilizations

科学通识系列丛书

化学与人类文明

○ 王彦广 吕萍 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学与人类文明 / 王彦广, 吕萍编著. —杭州: 浙江大学出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-308-07756-9

I. ①化… II. ①王… ②吕… III. ①化学—高等学校—教材 IV. ①06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 123410 号

化学与人类文明

王彦广 吕萍 编著

丛书策划 陈晓嘉

责任编辑 徐素君

文字编辑 何瑜

封面设计 俞亚彤

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 15.5

字 数 254 千

版 印 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-07756-9

定 价 28.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

总 序

在千年更迭之际的 2000 年,浙江大学出版社推出了“科学与人类文明”丛书,包括陆续出版了的《物理学与人类文明》、《化学与人类文明》、《生命科学与人类文明》与《环境科学与人类文明》等四种书,展现了我们人类从茹毛饮血的原始社会到今天探深空、入微粒、地球成了一个村的高度发达文明这一辉煌的历史进程及其相应的深刻内涵,以适应大学生文化素质教育的需要。

这套丛书刚出版就受到了广泛关注,在浙江大学等高校的通识课程实践中也得到了验证,已被列入国家“十一五”规划教材。现在,浙江大学出版社对此丛书进行修订、再版,并增加出版《数学与人类文明》一书。

众所周知,科学文化与人文文化的相互交融是时代发展的必然趋势;科学教育与人文教育的紧密结合是当今世界高等教育改革的共同方向,理之所在,势不可阻。科学技术是把双刃剑,科学技术是人所创造、所掌握、所运用的,科学技术是第一生产力,是零生产力,还是第一破坏力,不在科学技术本身,关键在人。

2007 年 3 月,在北京的一次学术研讨会上,日本化学家野依良治(2001 年诺贝尔奖得主)严肃指出,“现代社会包含基本矛盾,一方面认识到基于科学的技术价值,另一方面又必须否认它”。他强调指出:“如果我们的价值观不改变,我们将面临灾难。”是的,祸兮福之所倚,祸兮福之所伏。怎么办,他深刻指出:“科学与人文以及社会科学应该成为统一体系”,他明确说,“这是一种重要的价值观,而非一种理想”。

更何况,科学文化与人文文化在知识层面及其蕴涵的思维模式、工作方法与指导原则等彼此大不相同,各有其长,各有其短。又由于两者的源头都是实践,从而又彼此相通,可以互补,也应互补,也须互补。正是在此基础上,两者的精神追求又是共同的,追求更深刻、更一般、更普适,追求更真、更善、更美、更新;只是追求的侧重点有所不同,但追求完美创新是完全一致的。正因为如此,我们所培养的学生应该具有科学与人文交融的素质。

浙江大学出版社以崭新面貌出版的“科学通识系列”丛书正适应世界发展的潮流与我国建设的需要；也正是认真地贯彻党的十七大精神与坚持党的教育方针，努力提高高等教育质量，培养全面发展的社会主义建设者与接班人，培养既有国际视野又有民族情怀、既能爱国又会创新的专门高级人才的一项重要基础工作。我深信，浙江大学出版社这一新版的丛书必将进一步受到高等学校的师生与广大读者的热烈欢迎，必将在“万紫千红总是春”的我国出版事业中灿放一枝奇葩。

再谨为之序。

杨叔子

2007年12月

作者系中国科学院院士、教育部高等学校文化素质教育指导委员会主任。

前 言

《化学与人类文明》是大学生文化素质教育课程的教材之一,自 2001 年在浙江大学等高校作为大学生通识课程教材以来,已使用九年。在此期间,一些任课教师、学生和其他读者提出了许多很好的意见和建议。此外,化学学科在这九年中也有很大的发展,取得了更多、更大的成就。这是本书修订再版的主要原因。

与第一版相比,第二版具有以下特点:

1. 内容丰富紧扣时代主题。第二版保留了第一版中的部分章节,如化学与生命科学(第 5 章)、化学与环境保护(第 7 章)、化学与能源开发(第 8 章)、化学与材料科学(第 9 章)等,同时增加了化学与粮食生产(第 2 章)、化学与饮食(第 3 章)、化学与婚育和人口控制(第 6 章)、化学与国防和公共安全(第 10 章)、化学家面临的重大挑战(第 1.6 节)、临床化学与医学影像(第 4.3 节)等章节。除介绍经典的内容之外,还增加了一些体现化学学科最新成就和学科发展前沿的内容,如 2008 年诺贝尔化学奖获奖成果绿色荧光蛋白的发明及其应用(第 5.3 节)。

2. 结构安排更加合理、层次更加分明。本书从第 1 章介绍化学学科的定义和发展历史开始,按照化学对人类文明的贡献大小顺序并结合由易到难、循序渐进的原则,依次阐述了化学与粮食生产、化学与饮食、化学与健康、化学与生命科学、化学与婚育和人口控制、化学与环境保护、化学与能源开发、化学与材料科学、化学与国防和公共安全等 9 章内容。通过这样深入浅出的安排,更好地演绎了化学文化和化学学科对人类文明进程的推动作用。

3. 内容生动活泼,图文并茂。为增加本书的知识性和趣味性,书中增加了许多照片、示意图和化学结构式,使全书显得更加生动活泼。另外,书中还采用“知识卡片”的形式介绍了一些名人轶事,如口服避孕药之父卡尔·杰拉西(第6章)、2007年国家最高科学技术奖得主闵恩泽教授(第8章)、炸药之父诺贝尔(第10章);介绍了一些具有“趣味”性和“明星”意味的奇妙分子,如能使眼睫毛变长、变粗、变黑的分子(第1章)、致癌芳烃苯并芘(第3章)、能延年益寿的分子(第4章)等;此外,还介绍了宇宙化学(第1章)、海洛因的发明与禁毒(第10章)等人类文明进程中值得关注的内容。书中还提供了一些参考资料,作为课外的知识链接,使内容更加生动。

为适合于通识教育,本书在力求科学性和严谨性的同时,尽可能采用非专业语言和典型事例、示意图、讲故事等通俗易懂的写作形式,来全面展示化学文化和化学学科对人类文明的巨大贡献。但由于作者水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,深信同行及读者会一如既往地不断给我们提出宝贵意见和建议,使本书在下一版中得到进一步改善。

王彦广 吕萍

2009年11月9日于求是园

Contents 目录

第 1 章 绪论

- 1.1 化学的定义与任务 3
- 1.2 原子学说的提出与元素周期律的发现 4
- 1.3 化学键理论和分子结构理论的形成 7
- 1.4 合成化学的发展 10
- 1.5 新型交叉学科的崛起 13
- 1.6 化学家面临的重大挑战 14

第 2 章 化学与粮食生产

- 2.1 自然界中氮的循环 21
- 2.2 合成氨技术——20 世纪人类最伟大的发明 23
- 2.3 农作物保护化学品和植物生长调节剂的发明 26
- 2.4 未来粮食增产的希望 32
 - 2.4.1 光合作用——地球上最重要的化学反应 32
 - 2.4.2 固氮作用 35

第 3 章 化学与饮食

- 3.1 与食品营养有关的化学 41
 - 3.1.1 糖 41
 - 3.1.2 维生素 44
 - 3.1.3 矿物质 49

3.2	食品中的化学添加剂	51
3.2.1	食品防腐剂和抗氧化剂	51
3.2.2	提供食品色、香、味的添加剂	53
3.3	茶叶、咖啡和酒的化学	56
3.3.1	茶文化与茶叶的化学	56
3.3.2	咖啡文化与咖啡的化学	61
3.3.3	酒文化与酒的化学	64
3.4	烟草的化学和吸烟的危害	65
3.5	化学与食品安全	68
3.5.1	农药残留的检测	69
3.5.2	食品中非法添加剂的检测	69
3.5.3	食品加工过程中产生的有毒有害物质的鉴定以及形成机理研究	71

第4章 化学与健康

4.1	药物的发明	75
4.1.1	从植物发展的药物	75
4.1.2	从染料发展的药物	78
4.1.3	从微生物中发现的药物	79
4.1.4	后基因组时代的药物	82
4.2	医用高分子材料的发明	84
4.2.1	生物惰性高分子材料	85
4.2.2	生物降解吸收性高分子材料	88
4.3	临床化学与医学影像	90
4.3.1	临床化学	90
4.3.2	现代医学影像技术中的化学	90

第5章 化学与生命科学

5.1	蛋白质与核酸的化学	95
-----	-----------------	----

5.1.1	蛋白质的化学	95
5.1.2	核酸的化学	103
5.1.3	酶的化学	106
5.1.4	遗传密码的破译与中心法则的揭示	108
5.2	化学与基因工程和人类基因组计划	110
5.2.1	多聚酶链式反应技术和 DNA 重组技术的发明	110
5.2.2	人类基因组计划	114
5.3	绿色荧光蛋白的发明与活细胞的实时监测	116
5.3.1	绿色荧光蛋白的发明	116
5.3.2	活细胞的实时检测	117
5.4	化学与生命起源	119
第 6 章 化学与婚育和人口控制		
6.1	爱是一种绝妙的分子	125
6.1.1	昆虫世界的信息分子——费尔蒙	125
6.1.2	人类的信息分子	126
6.2	激素	127
6.2.1	激素的发现	128
6.2.2	与爱情有关的激素	129
6.2.3	与生育有关的激素	131
6.3	排卵期预测试纸的发明	133
6.4	化学与人口控制	134
第 7 章 化学与环境保护		
7.1	自然环境中水和氧的循环	139
7.2	保护大气环境	142
7.2.1	大气圈的化学组成与大气污染	143
7.2.2	光化学烟雾之谜	145
7.2.3	酸雨形成之谜	147

7.2.4	温室效应之谜	148
7.2.5	臭氧层空洞之谜	149
7.3	保护水资源	151
7.3.1	水的化学净化、纯化和软化	151
7.3.2	海水的淡化	154
7.4	绿色化学	156

第 8 章 化学与能源开发

8.1	自然界中碳的循环及能量的产生与转化	165
8.1.1	自然界中碳的循环	165
8.1.2	能量的产生与转化	166
8.2	煤炭、石油和天然气开发利用中的化学	169
8.2.1	煤炭经济中的化学	169
8.2.2	石油经济中的化学	171
8.2.3	天然气经济中的化学	175
8.3	生物质能源开发中的化学	177
8.4	氢经济与氢燃料电池	180
8.5	甲醇经济与直接甲醇燃料电池	183

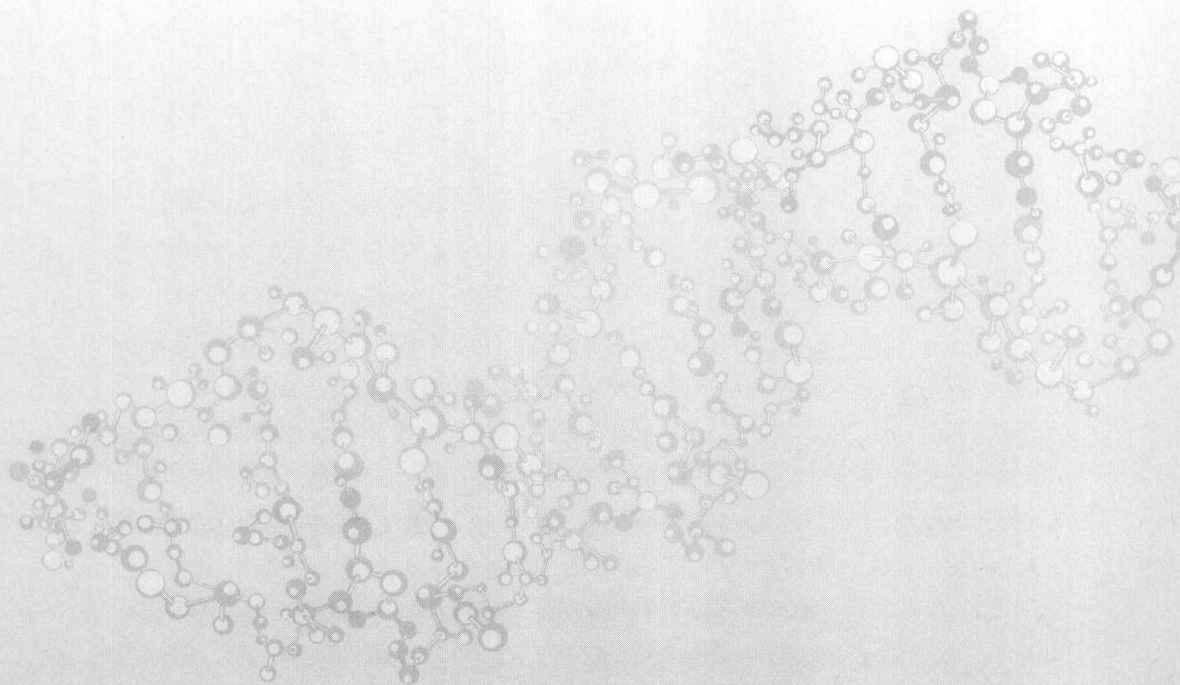
第 9 章 化学与材料科学

9.1	塑料、橡胶和纤维——20 世纪合成化学的骄傲	189
9.1.1	塑料	190
9.1.2	合成橡胶	192
9.1.3	合成纤维	194
9.2	有机固体光电材料	195
9.2.1	导电聚合物的发现	196
9.2.2	有机电致发光材料	197
9.2.3	太阳能电池材料	200
9.3	纳米材料的化学	202

第 10 章 化学与国防和公共安全

10.1 国土防御中的化学	209
10.1.1 化学武器	209
10.1.2 炸药、烟幕弹和燃烧弹	215
10.1.3 现代武器装备中的化学	219
10.2 化学与反恐	222
10.3 公安执法领域中的化学	225
10.3.1 化学在缉毒方面的作用	225
10.3.2 化学在法医取证方面的作用	227
附表 1 历届诺贝尔化学奖获奖简况	230

第1章 绪 论



1.1 化学的定义与任务

世界由物质组成,化学是研究物质的科学,是人类认识、改造和保护物质世界的主要方法和手段之一。化学是一门历史悠久而又富有活力的学科,它的成就是人类文明的重要标志。从开始用火的原始社会,到使用各种人造物质的现代社会,人类无时无刻不在享用化学的成果。人类的生活能够不断提高和改善,化学的贡献在其中起了重要的作用。

化学是在原子和分子层次上研究物质的组成、结构、性质、变化规律和应用的一门科学。著名化学家 Ronald Breslow 曾这样来描述化学:“化学是一门试图了解物质的性质和物质发生反应的科学,它涉及存在于自然界的物质(地球上的矿物、空气中的气体、海洋中的水和盐、在动物体中发现的化学物质),以及由化学家创造的新物质;它涉及自然界的变化(因闪电而着火的树木、与生命有关的化学变化),还有那些由化学家发明创造的新变化。”(Breslow R. 1998)

化学家研究的是化学变化,而化学变化具有三大特征:(1)化学变化是质变,因为它是旧化学键断裂和新化学键形成的过程,其实质是键的重组。(2)化学变化是计量的变化——在化学变化发生前后,参与反应的元素种类不变,故而物质的总质量不变,即服从质量守恒定律,参与反应的各种物质之间有确定的计量关系。(3)化学变化伴随着能量变化——由于各种化学键的键能不同,所以当化学键发生改组时,必然伴随着能量的变化,伴随着体系与环境的能量交换。

当今的化学家肩负着认识世界、改造世界和保护世界三方面的重任:(1)从原子、分子到自组装的超分子体系(如活体细胞和整个生物体等)层次上发现自然界(包括地球和宇宙空间)的构成,同时了解这些构成之间如何相

互作用并随时间改变；(2) 创造新分子、新结构和新物质，其中包括超分子体系，并开发它们的应用；(3) 在发现和创造的同时，还要不断地认识人类活动对环境(包括陆地、海洋和大气环境)和资源变化的影响，并通过绿色化学等途径实现对环境和资源的保护。

化学的首要任务是创造新物质，因此化学在改善人类生活方面是最有成效、最实用的学科之一。利用化学反应和过程来制造产品的化学过程工业(包括化学工业、精细化工、石油化工、制药工业、日用化工、橡胶工业、造纸工业、玻璃和建材工业、钢铁工业、纺织工业、皮革工业、饮食工业等)在发达国家中占有最大的份额。这个数字在美国超过 30%，而且还不包括诸如电子、汽车、农业等要用到化工产品的相关工业的产值。发达国家从事研究与开发的科技人员中，化学、化工专家占一半左右。世界专利发明中有 20% 与化学有关。

1.2 原子学说的提出与元素周期律的发现

化学变化作为一种现象早在没有人类之前就已经有了。火的发明是人类第一次伟大的化学实践。在古代，人类利用火这个强大的自然力，逐渐掌握了制陶、金属冶炼、制造瓷器与玻璃、染色、酿造等实用化学工艺。公元前大约 3600 年的青铜时代，人类就能够通过将铜和锡一起加热来制造青铜合金，这种合金比铜或锡都硬，因而成为制造工具和武器的主要材料。埃及人则早在公元前 1400 年就会通过把一些天然矿物共热制造玻璃。我国古代炼金术、炼丹术被称为近代化学的先驱。公元 8 世纪末我国炼金术通过与海外通商而传到波斯，再传入欧洲。炼金家们进行了长期艰苦卓绝的努力，企图用一般的化学方法来实现金属的嬗变。这些探索虽然都以失败而告终，但毕竟为化学的发展探索着前进的方向，发明了许多原始的化学仪器、技术和方法，取得了不少经验和教训。

1661 年，波义耳(Boyle)在其著名论文“怀疑派的化学家”中提出元素的概念，从而把化学确立为一门学科。17 世纪的文艺复兴迎来了自然科学的解放和繁荣，炼金术开始向实用的医药化学和工艺化学方面发展，化学从此真正成为一门独立的科学。17 世纪中叶以后，中欧、西欧国家的金属冶炼、制造

陶瓷和玻璃、酿造、染色、药物以及酸碱盐等化学物质的生产已初具规模，化学在实践方面取得了很大进步。在对化学现象的理论阐述方面，出现了种种关于燃烧的学说，其中最著名的就是斯塔尔的燃素学说。该学说认为火是由无数细小而活泼的微粒构成的物质实体即燃素，一切可燃物质中都含有燃素，任何与燃烧有关的化学变化都是物质吸收或释放燃素的过程。

1777年法国化学家拉瓦锡(Antoine-Laurent Lavoisier)在利用定量分析进行的大量燃烧实验的基础上，提出了科学的燃烧学说。其主要论点是：物质燃烧时都放出光和热；物质只有在氧存在时才能燃烧；空气由两种成分组成，物质在空气中燃烧时吸收了其中的氧，其增加的重量正好等于所吸收氧的重量；非金属燃烧后通常变为酸，金属煅烧后生成的锻灰是金属氧化物。拉瓦锡以大量无可争辩的实验事实，推翻了长期统治化学界的燃素说，开创了近代化学新体系，这是化学史上的一场革命。此后，化学开始从以收集材料为特征的定性描述阶段逐渐过渡到以整理材料、寻找化学变化规律为特征的理论概括阶段。定量分析方法的广泛使用，使化学家搞清了许多物质的组成和反应中各物质间量的关系，进而归纳出了化学中的一些基本规律。

人类对物质结构的认识是永无止境的，物质是由元素构成的，那么元素又是由什么构成的呢？1803年，道尔顿(John Dalton)提出了近代科学原子论，其要点有三：(1)一切元素都是由不能再分割和不能毁灭的微粒所组成，这种微粒称为原子；(2)同一种元素的原子的性质和质量都相同，不同元素的原子的性质和质量不同；(3)一定数目的两种不同元素化合以后，便形成化合物。原子学说成功地解释了不少化学现象，从此结束了化学的神秘性。恩格斯曾给原子论以很高的评价，他说：化学的新时代是随着原子论开始的。

原子论提出后不久，意大利化学家阿伏伽德罗(Amedeo Avogadro)又于1811年提出了分子学说，进一步补充和发展了道尔顿的原子论。他认为，许多物质往往不是以原子的形式存在，而是以分子的形式存在，例如氧气是以两个氧原子组成的氧分子，而化合物实际上都是分子。从此以后，化学由宏观进入到微观的层次，使化学研究建立在原子和分子水平的基础上。

道尔顿近代原子论的确立，使化学家对元素的概念有了更科学的认识。