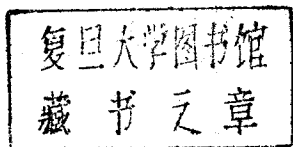


综合知识系列教材

化学与人类

刘旦初 编



复旦大学出版社

内 容 提 要

化学是一门与人类生活有着密切关系的基础学科。本书共分七章,分别叙述化学在人类的生存、发展中的重要地位,以及所作出的贡献。例如,化学在粮食、环境、资源和人口控制中的作用。同时也阐明了化学对于提高人类生活质量所作出的贡献,即化学为人类提供了源源不断的新材料。化学还将为人类的延年益寿提供必不可少的帮助。综览全书你将会对身边发生的化学现象从知其然到知其所以然,并对化学中的一些基本原理和知识有进一步的了解和认识。化学在我们人类生活中是无所不在,无所不包,它往往涉及到易燃易爆及有毒的物质,只有掌握了它的规律才能防患于未然。本书是一本非化学专业本科生的化学知识参考读物。

综合知识系列教材编写委员会
(按姓氏笔画为序)

主编：	丁淦林	孙莱祥	伍柏麟	倪光炯
委员：	王炎森	方家驹	沈永宝	陈允吉
	陈立民	陈建新	宋家骥	金若水
	庚镇城	俞吾金	唐国兴	高若海
	顾树棠	顾晓鸣	龚少明	谢遐龄

编者的话

爱因斯坦曾说过：用专业知识教育人是不够的，通过专业知识教育，他可成为一个有用的工具，但是不能成为和谐发展的人。当今世界，科学技术发展的速度又逾于爱因斯坦所处的那个时代，不同学科、不同专业领域的相互交叉、渗透和融合更趋明显，“专门化”教育模式愈来愈显出它的局限性。由此，强调全面素质教育，培养和谐发展的人的教育思想应运而生。而不同学科、不同专业知识的交叉渗透则是实现全面素质教育的重要一环。

但是，教育现状与这种发展趋势严重的不适应。我国高中教育文理分科，学生偏嗜现象严重，文理界限分明。进入大学之后又偏重于专业知识教育，以致理科学生对人文、社会科学知识知之甚少，文科学生对自然科学和技术科学了解不多。

我校较早注意克服上述矛盾，在80年代初编制的《教学计划》中就设计了不同学科、不同专业相互沟通的课程。1993年我校开展教育思想大讨论，总结实践经验，拓展教改思路，在强调全面素质教育、培养和谐发展的人的教育思想上形成共识，并在1994年、1996年两轮课程体系改革中大幅度地增加了不同学科、专业相互沟通的课程，称之为“综合知识”课程，并明确规定：学生必须选择修读非本学科6学分的课程。

在设计这类课程时，起初，我们曾经设想：我校是包含人文学科、社会学科、自然学科、技术学科、生命学科和管理学科的多科性综合大学，学科门类齐全，课程丰富，每学期为本科生开设的课程上千门。在学分制下推行选课制，文理交叉课程只规定学分，让学生到相关专业跟班修

读,成绩合格者给予学分即可,但后来发现这个想法与实际情况有一些距离,这是因为高中文理分科导致学生程度差异明显,加之外系学生不可能学习全部预修课程,他们将很难跟上进度,达到预期要求;还因为现有课程太专太深,即使修读6学分仍不能对另一学科留下较完整的概念。于是我们采取了另起炉灶,单独设计课程内容的方案,实施的结果因对象明确,针对性强,效果较好。

教材建设是课程建设的重要部分。我们在设计这类课程的同时,又着手抓与之配套的教材编写工作,这就是这套教材的由来。

为了保证质量,我们特聘既有学术造诣,又有教学经验,并热心于这类课程教学的教授、副教授执笔,争取使这套教材具有较高质量,其中一部分成为经典教材。

在基本知识到位的基础上内容方面力求新颖,能够反映出20世纪科学技术和文化的新成果;注重启发思考,激发创造思维;提倡献身科学技术和文化事业的精神,勇于探索,坚持真理,不怕挫折,锲而不舍。

编写工作中我们坚持从个别到一般、一般到个别的认识规律,演绎与归纳并重,既要有新颖的观点,又应有丰富的材料。不苛求全面、系统,但要有一定涵盖面和完整性,允许作者对自己特别熟悉的部分多加发挥。力求写得深入浅出,使之除做教材之外,还适合自学阅读。教材一般附有参考书目和资料索引,为有进一步了解兴趣的学生提供深入学习的线索。

此项工作按边教学、边编写、边修改,成熟一本、出版一本的思路进行,以便努力将有关教师在长期科研和教学实践中积累的丰富知识和创见,乃至在各自领域形成的较为系统的学术观点反映在教材当中。

恳请使用本教材的教师和广大读者提出批评建议,以便再版时修正。

复旦大学综合知识系列
教材编写委员会
1998年4月于复旦大学

前 言

化学是自然科学中的基本学科之一,正如中国科学院前院长卢嘉锡所说:“化学发展到今天,已经成为人类认识物质自然界,改造物质自然界,并从物质和自然界的相互作用得到自由的一种极为重要的武器。就人类的生活而言,农轻重,吃穿用,无不密切地依赖化学。在新的技术革命浪潮中,化学更是引人瞩目的弄潮儿。”

化学与人类的关系已是十分密切,它涉及的范围可以说是无所不包,以至于在人类生活中无处不有化学。因此,即使对于非化学专业人员来说,了解一点化学现象,掌握一些化学知识将会使我们从知其然上升到知其所以然。有时更能达到防患于未然。

本书的主要对象是非化学专业的大学本专科学生,特别是学习社会科学的学生。也适宜于高中学历以上的干部和管理人员。这是一本知识性的科普教材。

全书分为七章,除第一章介绍化学的概况外,其余各章皆从化学与人类的密切关系出发,介绍化学对人类社会的贡献和作用。如化学为人类生存所作出的贡献,这就是第二章,第三章和第四章所涉及的能源、粮食和环境。又如化学对提高人类生活质量的作用,这就是第五章、第六章涉及的新材料和新工艺。第七章叙述化学为人类延年益寿提供的保证。全书以知识为主,基本的化学原理穿插其中,并在有关各章之后附有补充材料,以便读者了解更系统的化学知识。

本书的出版承蒙复旦大学教务处和化学系等主管领导的支持和帮

助,亦得到了化学系许多同仁的指教。在此表示衷心的感谢。

由于本书覆盖的知识面广,本人的水平又有限,加之时间匆促写就,难免有不周和错误之处,诚望读者批评指正。

刘旦初

1996年5月于复旦大学

目 录

第一章 化学是一门使人类生活得更美好的基础学科	1
一、化学是研究物质变化的科学	1
1. 化学研究的对象与内容	1
2. 化学研究的目的	2
二、化学是一门实验科学	3
1. 离开实验就没有发现	3
2. 细致观察是成功的基础	4
3. 实验手段的不断进步是化学发展的关键	5
三、化学学科的发展与当今的机会	6
第二章 化学提供人类合理使用能源的方法	9
一、石油(原油)	9
1. 石油是一种碳氢化合物的混合物	9
2. 汽油的制备及性能	12
二、煤的综合利用	17
1. 煤的干馏	17
2. 煤的气化	18
3. 一碳化学	19
三、原子核能	20
1. 原子结构	20

2. 核结构	23
3. 核反应	25
4. 核能的释放	26
四、化学电源	32
1. 原电池——一次电池	32
2. 蓄电池——二次电池	35
3. 发展中的新型电池	36
补充材料 A 芳香族化合物	40
补充材料 B 催化剂及其性能	43
补充材料 C 放射性知识及其性能	47
补充材料 D 氧化还原反应及电极电势	52

第三章 化学使人类丰衣足食 62

一、民以食为天	62
1. 化学肥料	62
2. 农药	66
3. 植物生长调节剂	70
二、人要衣装	73
1. 纤维素和人造纤维	73
2. 合成纤维	76
补充材料 E 醇、羧酸和酯	83
补充材料 F 高分子化合物的命名及分类	86

第四章 化学与人类环境 90

一、水	90
1. 水的概况	90
2. 水的性质	92
3. 水的净化	95
4. 水的纯化	96
5. 水的软化	98

6. 海水淡化	100
7. 水的污染	102
二、大气	108
1. 大气的概况	108
2. 大气的污染	109
3. 酸雨现象	111
4. 温室效应	112
5. 臭氧层空洞	114
三、火灾的消防	116
1. 燃烧的必要条件	116
2. 爆炸极限	118
3. 化学自燃	119
4. 灭火原理	120
补充材料 G pH 及酸度	121
补充材料 H 稀溶液的依数性	125
第五章 化学是人类使用新材料的源泉	131
一、高分子材料	131
1. 塑料	131
2. 橡胶	143
3. 胶粘剂	152
二、表面活性材料	158
1. 水的表面张力	158
2. 双亲基物质及溶液表面张力	160
3. 肥皂	161
4. 烷基苯磺酸钠及洗衣粉	162
5. 非离子型表面活性剂及洗洁精	164
三、吸附材料	165
1. 活性炭及净水器	166

2. 硅胶和干燥剂	167
3. 沸石分子筛与择形吸附分离	168
四、硅酸盐材料	171
1. 玻璃	171
2. 水泥	173
五、半导体和超导体材料	174
1. 电子云和原子轨道	175
2. 能带理论	176
3. 半导体	178
4. 超导体	180
补充材料 I 表面活性剂及其作用	182
补充材料 J 原子结构——四个量子数及核外电子分布	189
第六章 化学使人类世界五彩缤粉	201
一、焰火中的化学	201
1. 碱金属和碱土金属的焰色反应	201
2. 元素的光谱分析	202
二、五光十色的化学涂料	205
1. 油漆	205
2. 墙面装饰涂料	208
三、艳丽的化妆用品	209
1. 化妆品的主要原料	210
2. 乳化剂	212
3. 化妆品的辅助成分	213
4. 药用和保健成分	215
5. 染发剂	219
6. 烫发剂	220
7. 脱毛剂	220
四、逼真的彩照	220
1. 银盐的照相化学	221

2. 彩照原理	223
第七章 化学帮助人类延年益寿	228
一、人体化学	228
1. 人体的成分	228
2. 人体中的化学变化	230
二、化学元素在人体中的作用	231
1. 微量生命元素的作用	231
2. 宏量元素与人的健康	233
三、维生素	236
1. 维生素 A	237
2. 维生素 D	238
3. 维生素 B	239
4. 维生素 C	242
5. 维生素 P 和维生素 K	243
6. 维生素 E	244
四、治病和保健的化学药物	245
1. 制酸剂	245
2. 止痛药	246
3. 杀菌及消毒剂	250
4. 磺胺类药及抗生素	251
5. 类固醇	255
6. 过敏和抗组胺剂	257
7. 新药的开发	259
附录 1. 元素周期表及元素名称	261
附录 2. 诺贝尔奖及化学奖得主名单	267

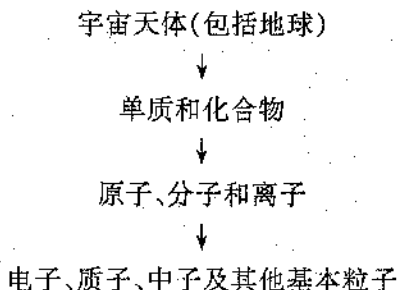
第一章 化学是一门使人类生活得更美好的基础学科

一、化学是研究物质变化的科学

1. 化学研究的对象与内容

世界是由物质组成的,形形色色的物质处于永恒的运动之中。自然科学就是以客观存在的物质世界作为考察对象,以它的基本属性——运动作为研究的内容。

人们把客观存在的物质划分为实物和场两种基本形态。化学研究的对象主要是实物,也就是具有静止质量的物质。就物质的构造而言,可分为下列几个层次:



在这些层次中,仅有个别粒子,如光子等属于场这种物质形态,而包括其余基本粒子在内的所有层次的物质皆为实物。作为基础学科的化学来说,其研究内容则是中间两个层次。

物质运动包含有许多形式:机械运动,物理运动,化学运动,生物运动和社会运动。化学研究的内容主要是物质的化学运动,即物质的化学变化。

化学变化的过程实际上是分子、原子或离子因核外电子运动状态的改变而发生分解和化合的过程。当然这种变化常会伴有一些物理变化发生。如光、电和热的变化。因此在研究物质化学变化的同时,也必须注意研究相关的变化。对这些相关变化的研究有时会反过来促进化学学科自身的发展,如研究化学反应产生电流的现象,导致了电化学的发展,对化学反应热的研究又产生了热化学等等。

物质发生了化学变化之后,它的组成也发生了变化。除了核反应之外,一般的化学变化不会涉及新元素的生成,即不涉及原子核的改变。

研究物质的化学变化,首先是研究物质本身的组成、结构以及它们的性质,其次是研究变化发生的一些外界条件。但最终还要对变化本身的规律进行研究。即反应能否发生,程度如何,有哪些影响因素等等。

例如在研究氢气(H_2)和氧气(O_2)能否发生变化时,就知道,这两种气体是可以发生反应的,但在通常条件下,它的反应速度极慢(106亿年才生成0.15%的 H_2O),而在 $600^\circ C$ 或者有催化剂存在的情况下反应很快就完成而生成水。

综上所述,化学是一门在原子、分子或离子层次上研究物质的组成、结构、性质等变化及其内在联系和外界变化条件的科学。简而言之,化学是研究物质变化的科学。

2. 化学研究的目的

任何自然科学的最终目标都是要为人类造福,使人类生活得更美好。化学也不例外。从化学本身研究对象的特点出发,化学研究应该解决如下的问题。

(1) 保证人类的生存:诸如在解决人类粮食、能源、合理使用自然资源以及保护环境方面所作出的努力和贡献。

(2) 提高人类的生活质量:诸如合成新的材料,使人类衣、食、住、行的条件有大幅度的提高。

(3) 延长人类的寿命:诸如探明生命中的化学奥秘,合成新的药物等。

由于全世界人口的猛增,地球上能够为人类所利用的资源,包括土地在内都是有限的。为了生存的需要人们必须在有限的土地上生产出更多的粮食和农产品。化肥、农药的研究正是为此而发展起来的。能源也是人类生存的必需要素之一,而自然界的石油、煤等矿物资源已日趋减少,如何合理而又综合地利用这些能源,正是化学家们孜孜以求的目标。原子核能利用的关键也在于化学制备和处理,而进入电器时代的人类更需要化学家们能提供更多的高效化学电源。人类生活质量的高、低在很大程度上取决于新材料的诞生。化学家们研究成功的高分子塑料就使人们走进了塑料时代,新型建筑材料的问世又使人们居住得到了改善。特种材料的研制成功又使人类走向宇宙,开创了宇航时代。人体中微量元素的作用正在被化学家们一一探明,新的合成药物一批又一批被研制成功,人类的寿命正在不断地提高,而且还会有新的突破。随着工业的发展,人口的增多,人类赖以生存的环境也在受到愈来愈严重的污染,探明环境被污染的程度,制定保护环境的对策又是化学研究的重要内容。

总之,化学是一门使人类生活得更美好的学科。正如中国科学院前院长卢嘉锡先生所说:“化学发展到今天,已经成为人类认识物质自然界,改造物质自然界,并从物质和自然界的相互作用得到自由的一种极为重要的武器。就人类的生活而言,农轻重,吃穿用,无不密切地依赖化学。在新的技术革命浪潮中,化学更是引人瞩目的弄潮儿。”

二、化学是一门实验科学

1. 离开实验就没有发现

化学和其他自然科学相比,更显示出它对实验的依赖关系,因此它是一门实验科学。任何化学的原理、定律以及规律无一不是从实验中得出的结论。因此只有那些思维活跃,求知欲望强烈,同时又有良好实验习惯和动手能力并能注意观察现象的人才有可能成为化学研究的成功者。

居里夫人是一个伟大的化学家,也是实验工作的典范。1898年居里夫人在研究元素铀的放射性时发现,铀矿石的放射性比提纯后的铀

化合物的放射性更强。于是预言在未提纯的铀矿石中肯定有一种新的元素比铀的放射性更强。然而当时的化学家中有相当一部分人对此持怀疑态度，他们要求居里夫人提供新元素的原子量。为此在 1899～1902 年整整 4 年时间里，居里夫妇日以继夜地工作，从 8 吨沥青铀矿中提炼出 0.1 克的新元素氯化物，并以这少量的纯化合物测出了新元素的原子量为 225。这就是元素镭。居里夫妇为此也得到了诺贝尔化学奖。

许多新的发明也是在大量实验基础上才得以问世。如合成氨催化剂的发明，历经几百个配方，上万次的试验才成功。说明成功之背后是大量辛勤的劳动。

2. 细致观察是成功的基础

实验态度的一丝不苟，实验数据的认真记录和积累虽是实验中的重要环节，而实验过程中疏而不漏的细致观察，特别是对一些反常现象的观察尤为重要，它往往会带来一些意想不到的发现。

1826 年法国青年科学家巴拉尔，从海藻中提取元素碘，当他向海藻灰提取液中通氯之后，就会有碘析出，分离出碘后，在母液底部总是有一层深棕色的液体。他没有放过这一意外发现，对该液体进行一系列试验之后，证明这是一种新的元素溴(Br)。文章发表之后，德国著名化学家李比希懊丧不已。因为早在 2 年前，他也发现过同样的现象，只是把母液留下未加进一步的研究。这件事给李比希一个结论，“任何疏于观察必导致失误”。为此李比希在这个母液瓶上贴上了一个标签“失误瓶”以时时提醒自己。

实验中的现象无论巨细，一概都是重要的。有时一个极为细小的细节往往会导致一个重要的结论。

18 世纪在化学界盛行由德国人贝歇尔和他的学生施塔尔倡导的燃素学说，认为任何可以燃烧的物质都含有燃素，化学反应得以进行就是这种燃素的转移，然而金属燃烧后变重的事实，使许多科学家不能接受燃素为负质量这一概念。为了证明燃素学说的错误，许多化学家进行了反复实验测量。其中法国化学家(人称化学之父)拉瓦锡(Lavoisier)的实验有力地否认了燃素的存在。他在密闭的曲颈瓶中进行金属

锡的燃烧实验,发现反应前后重量未发生变化,然而当他打开盖子时,有空气冲入瓶中,并使重量增加。因此他断言金属燃烧的结果是空气中有一部分气体与其发生反应了。更有意义的是他从实验结果中发现了质量守恒定律,即化学反应过程中物质既不会增加,也不会减少。换句话说,若把反应产物——包括固体、液体以及气体——加起来称重,其重量一定与反应前的反应物总重量一样。简简单单的称量实验并注意到盖子打开前后的现象,就发现了一个极为重要的化学定律。事实上拉瓦锡的这个实验,化学家波义耳 100 年前早就做过,但他是在打开盖子的情况下称量的,因此就未能发现质量守恒定律。

3. 实验手段的不断进步是化学发展的关键

古人云“工欲善其事,必先利其器”。化学实验工作往往离不开测量,因此实验手段的进步,特别是实验仪器的开发对化学研究有着重要的作用。19 世纪精密天平的出现曾为化学研究开创了一个新的局面。19 世纪初期,曾有人提出“任何原子重量都是氢原子重量的倍数”。此学说是否可信有赖于对各种元素的称重测定。后来由于测到了氯元素的原子量并非氢原子整倍数时,该学说就受到怀疑并被摒弃。同样的称量工作使化学家 Regleigh 发现,从空气中得到 N_2 和从氨分解中得到的 N_2 两者的密度不一样。由此而想到空气来源的 N_2 是否还会有没除净的东西,结果就发现了惰性元素氩(Ar)。

近代化学实验手段的飞跃发展,更是将化学研究推进到一个新的时代。各种波谱,特别是红外、紫外、顺磁、核磁技术的发展,使化学物质的结构研究有了明亮的“眼睛”。各种电子能谱的发展又使化学研究如虎添翼,更深入到微观和分子水平的研究。

亚细亚刚毛草是危害粮食作物的寄生作物,长期以来一直未能找到一种有效的办法去抑止它。后来借助于核磁共振的技术,发现了促进其生长的化学信息物质,于是抑止亚细亚刚毛草的老大难问题就迎刃而解了。

分析检测手段的愈来愈精密,也创造了条件使化学研究更加造福于人类,如用伏安溶出法测量人体毛发中的硒含量就可初步判断癌症患病的几率。曾用此法测量过 57 例健康人的毛发,其硒含量均在