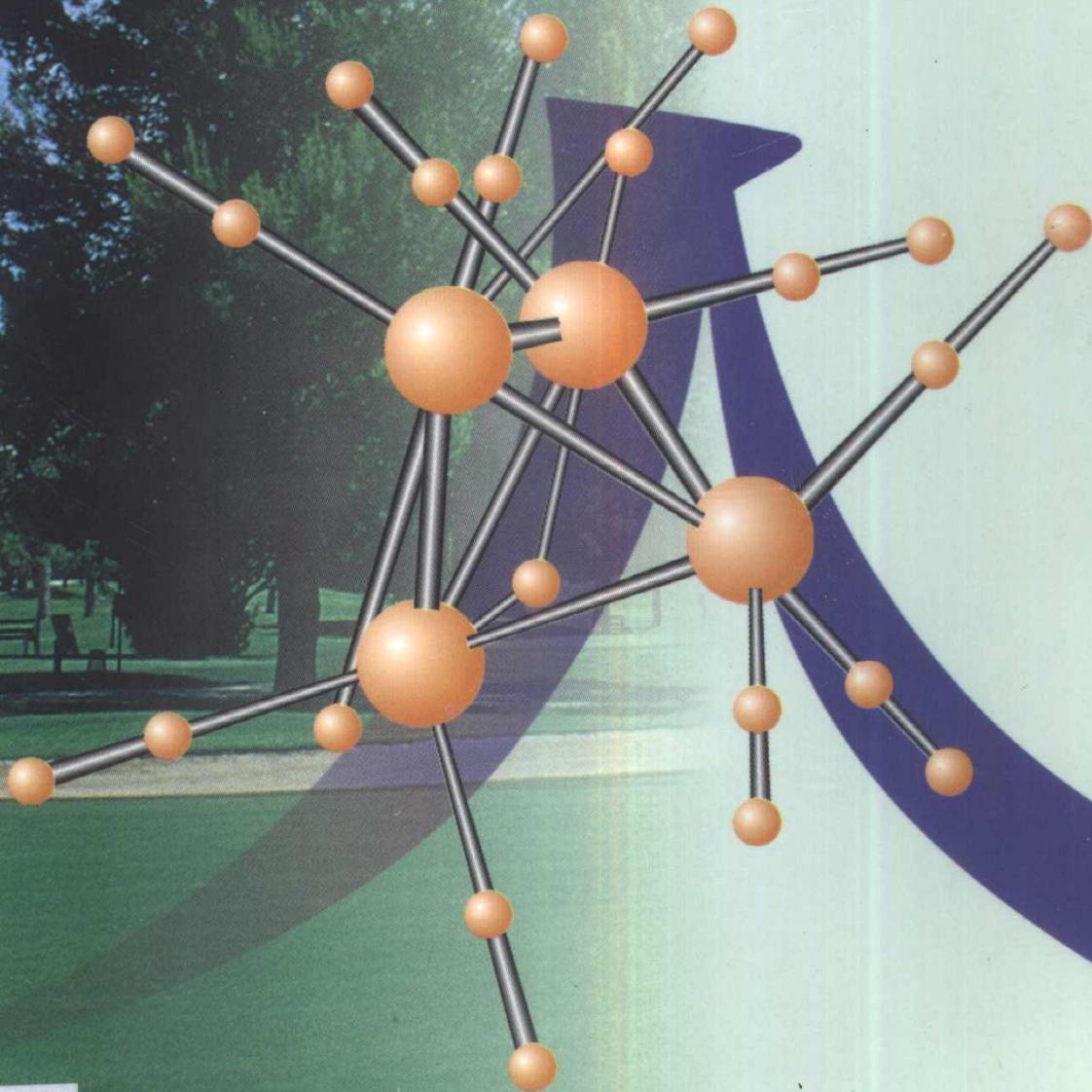


# 化学与人类

(第二版)

■ 刘旦初



■ 复旦大学出版社

214

06-49

L71(2)

# 化学与人类

(第二版)

刘旦初

复旦大学出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

化学与人类/刘旦初. —2版. —上海:复旦大学出版社,2000.2  
ISBN 7-309-02448-6

I. 化… II. 刘… III. ①化学-关系-人类-研究②化学-普及读物  
IV. 06-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 56093 号

---

**出版发行** 复旦大学出版社  
上海市国权路 579 号 200433  
86-21-65118853(发行部) 86-21-65642892(编辑部)  
fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

**经销** 新华书店上海发行所

**印刷** 江苏句容市排印厂

**开本** 787×960 1/16

**印张** 17.75 插页 1

**字数** 338 千

**版次** 2000 年 2 月第二版 2002 年 7 月第三次印刷

**印数** 7 101—10 100

**定价** 22.00 元

---

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

## 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、能源和人口控制中的作用。同时,也阐述了化学对于提高人类生活质量所作出的贡献,即化学为人类源源不断地提供新材料、新工艺。化学还将为人类的延年益寿提供必不可少的帮助。在我们生活中往往会涉及一些易燃易爆及有毒的物质,只有掌握了它们的规律才能防患于未然,本书也为读者提供“避害”的知识。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。本书是一本非化学专业本科生的化学知识参考读物。

# 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。”

化学与人类的关系是十分密切的,它涉及的范围可以说是无所不包,以至于在人类生活中化学无处不在。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。文中还有“小品”插入,以方框的形式标出,这是相关内容的延伸、应用,以激发读者的兴趣和求知欲望。

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,并得到复旦大学出版社的大力支持。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,难免有不周和错误之处,诚望读者批评指正。

刘旦初

1999年5月于复旦大学

# 目 录

<b>第一章 化学是一门使人类生活得更美好的基础学科</b> .....	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、化学是一门实验性极强的科学.....	3
1. 离开实验就没有发现 .....	3
2. 细致观察是成功的基础 .....	3
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.....	7
思考题.....	9
<b>第二章 化学提供人类合理使用能源的方法</b> .....	11
一、石油(原油) .....	11
1. 石油是一种碳氢化合物的混合物.....	11
2. 汽油的制备及性能表征.....	14
二、煤的综合利用 .....	19
1. 煤的干馏.....	20
2. 煤的气化.....	20
3. 一碳化学.....	22
4. 煤的液化.....	23
三、原子核能 .....	23
1. 原子结构.....	23
2. 核结构.....	26
3. 核反应.....	28

4. 核能的释放·····	29
四、化学电源·····	36
1. 原电池——一次电池·····	36
2. 蓄电池——二次电池·····	39
3. 发展中的新型电池·····	41
补充材料 A 芳香族化合物·····	44
补充材料 B 催化剂及其性能·····	47
补充材料 C 放射性知识·····	50
补充材料 D 氧化还原反应及电极电势·····	55
思考题·····	63
<b>第三章 化学使人类丰衣足食·····</b>	<b>65</b>
一、民以食为天·····	65
1. 化学肥料·····	65
2. 农药·····	69
3. 农药在概念上的突破·····	73
二、人要衣装·····	76
1. 纤维素和人造纤维·····	76
2. 合成纤维·····	79
补充材料 E 醇、羧酸和酯·····	86
补充材料 F 高分子化合物的命名及分类·····	88
思考题·····	91
<b>第四章 化学能保护和改善人类赖以生存的环境·····</b>	<b>93</b>
一、水·····	93
1. 水的概况·····	93
2. 水的性质·····	95
3. 水的净化·····	98
4. 水的纯化·····	99
5. 水的软化·····	101
6. 海水淡化·····	102
7. 水的污染·····	104
二、大气·····	112

1. 大气的概况 .....	112
2. 大气的污染 .....	113
3. 酸雨现象 .....	116
4. 温室效应 .....	117
5. 臭氧层空洞 .....	118
三、火灾的消防 .....	121
1. 燃烧的必要条件 .....	121
2. 爆炸极限 .....	123
3. 化学自燃 .....	124
4. 灭火原理 .....	125
补充材料 G pH 及酸度 .....	127
补充材料 H 稀溶液的依数性 .....	131
思考题 .....	136

## **第五章 化学是人类使用新材料的源泉 .....** 139

一、高分子材料 .....	139
1. 塑料 .....	139
2. 橡胶 .....	150
3. 胶粘剂 .....	158
二、表面活性材料 .....	163
1. 水的表面张力 .....	164
2. 两亲基物质及溶液表面张力 .....	165
3. 肥皂 .....	166
4. 烷基苯磺酸钠及洗衣粉 .....	167
5. 非离子型表面活性剂及洗洁精 .....	169
6. 阳离子表面活性剂和消毒剂及纤维柔软剂 .....	170
三、吸附材料 .....	170
1. 活性炭及净水器 .....	171
2. 硅胶和干燥剂 .....	172
3. 沸石分子筛与择形吸附分离 .....	173
四、硅酸盐材料 .....	175
1. 玻璃 .....	176
2. 水泥 .....	177



五、半导体和超导体材料	178
1. 电子云和原子轨道	179
2. 能带理论	180
3. 半导体	181
4. 超导体	183
补充材料 I 表面活性剂及其作用	185
补充材料 J 原子结构——四个量子数及核外电子分布	191
思考题	201
<b>第六章 化学使人类世界五彩缤纷</b>	<b>203</b>
一、焰火中的化学	203
1. 碱金属和碱土金属的焰色反应	203
2. 元素的光谱分析	204
二、五光十色的化学涂料	207
1. 油漆	207
2. 墙面装饰涂料	209
三、艳丽的化妆用品	210
1. 化妆品的主要原料	212
2. 乳化剂	213
3. 化妆品的辅助成分	214
4. 药用和保健成分	215
5. 染发剂	219
6. 烫发剂	220
7. 脱毛剂	220
8. 喷发胶和摩丝	220
四、逼真的彩照	222
1. 银盐的照相化学	222
2. 彩照原理	224
思考题	228
<b>第七章 化学帮助人类延年益寿</b>	<b>230</b>
一、人体化学	230
1. 人体的成分	230

2. 人体中的化学变化 .....	232
二、化学元素在人体中的作用 .....	233
1. 微量生命元素的作用 .....	233
2. 宏量元素与人的健康 .....	235
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 .....	243
四、治病和保健的化学药物 .....	244
1. 制酸剂 .....	245
2. 止痛药 .....	245
3. 杀菌及消毒剂 .....	248
4. 磺胺类药及抗生素 .....	250
5. 类固醇 .....	254
6. 过敏和抗组胺剂 .....	255
7. 新药的开发 .....	257
思考题 .....	258
附录 1. 元素周期表及元素名称 .....	259
附录 2. 诺贝尔奖及化学奖得主名单 .....	265
参考文献 .....	270
后 记 .....	271

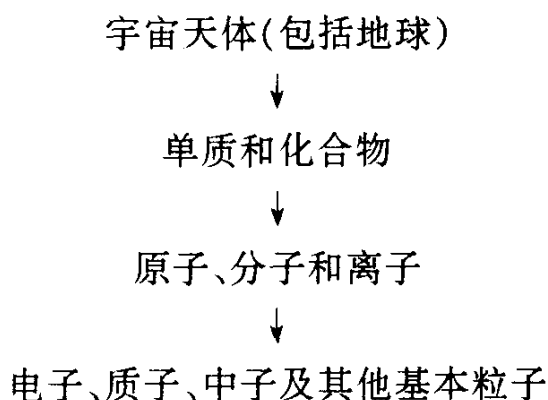
# 第一章 化学是一门使人类生活 得更美好的基础学科

## 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诸如分解和化合等变化的过程。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,物质的净化和纯化等,均使人类衣、食、住、行的条件有大幅度的改善和提高。

(3) 延长人类的寿命:诸如探明生命过程中的化学奥秘,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,新型建筑材料和装潢材料的问世又使人们居住条件得到了改善。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延长,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、化学是一门实验性极强的科学

### 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,因此它是一门离不开实验的科学。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。居里夫妇为此得到了诺贝尔化学奖。(有关诺贝尔奖,参见附录2。)

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)。巴拉尔的文章发表之后,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。这件事使李比希得出一个结论,“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引导一个重要的结论。

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了反应了。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。

### 先哲们对物质不灭定律的预言

在2400多年前,古希腊哲学家德谟克利特曾经作过一个正确的臆测。

他在一首诗里写道:

“无中不能生有,

任何存在的东西也不会消灭。

看起来万物是死了,但是实则犹生:

正如一场春雨落地,

霎时失去踪影;

可是草木把它吸收,长成花叶果实,

——依然欣欣向荣。”

明末清初,我国唯物主义思想家王夫之(1619—1692),明确地提出了

“生非创有,死非消灭”,“聚散变化,而其本体不为之损益”,认为世界上的物质是“不生不灭”的。

另外,中国有句流行甚广的谚语——“巧媳妇难为无米之炊”,这句话其实也就是不能“无中生有”的意思。

叶永烈:《化学趣史》

### 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莱格雷发现,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,使化学家对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。

### 魔 草 上 当

雷达依靠电磁波的反射,去识别金属物体是世人所共知的。而在生物圈内却存在着一种更为奇妙的化学雷达。

亚细亚刚毛草是蹂躏粮食作物的一种寄生草。它曾使亚洲和非洲的粮食大量减产,以至约有4亿人口受到饥饿的威胁。故人们称它为魔草。只要粮食作物一播种,几天以后总会有亚细亚刚毛草的须根粘附在粮食作物上,大肆吸取营养,粮食作物就渐渐地枯萎而死。你不播种,它也不见踪影。人们始终弄不懂,这些魔草为什么会那么精确地探知粮食作物生长的时间。

通过化学家、农业学家和生物学家的合作研究,终于揭开了这个秘密。原来亚细亚刚毛草的种子有一种特殊的化学雷达,它能探知粮食作物在生长时所渗出的一些化学物质。一旦得知粮食作物已经生长,它也破土而出。关键在于它有4天的独立生长期。也就是说,在头4天里它可以不需要外来的营养,但4天之后,它必须要抓住宿主植物以继续维持它的生命。它所特有的化学雷达以及宿主植物渗出的化学信使物质使它能够如愿以偿。

科学家们的目标是必须找出这种信使物质。以便阻断这种信息传递。然而,由于这种渗出的物质是极其微量的,人们竭尽全力也只能收集到千分之几毫克,所以一直未能剖析出这种物质的化学结构。直到一种称之为精密核磁共振仪的诞生,科学家终于把这种信使物质的化学结构全部探明。所幸,它并不是一种结构十分复杂的物质,化学家完全可以在实验室里将它合成出来。

现在轮到人们去作弄亚细亚刚毛草的时候了。化学家合成出一大批这种化学信使物质,然后在粮食作物播种之前把它撒在大地上。亚细亚刚毛草的化学雷达收到信号,误以为粮食作物已经生长,也就会迫不及待地破土而出,4天以后它无论如何也不可能找到宿主植物,于是就慢慢地枯萎而死。此时,人们只要打扫一下战场,再把粮食播种下去,就再也不用担心魔草的威胁了。这是一种典型的以其人之道还治其人之身的科学方法。

科学家们已经用同样的方法,识别了许多宿主植物所分泌的化学信使物质,从而制服了更多的寄生杂草。

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600ppb以上,而54例癌症病人的毛发中其硒含量均在400ppb以下,这就启发人们注意保持体内硒含量的重要性。

因此实验手段的不断丰富和进步,是化学研究的关键所在。

总之,实践是认识世界的基础,是检验真理的唯一标准。毫无疑问,人们要想认识物质世界,必须实践。物质世界中千变万化的化学现象都可以通过化学实验观察到的,而化学中的一些学说、定律既是从实验基础上经综合、归纳而得到的,也是在实验的鉴别中修正、发展而成熟的。因此实验是化学科学的基础,也是化学科学的根本。



## 实验结果——化学研究中的最高仲裁

和别的事物一样,在化学研究中也常常会发生争论。那么真理在哪一方?结论应该服从于谁呢?很显然任何争论都应该服从于实验事实,也就是实验结果,决不是服从权威。元素钋的发现就是一个很好的例证。

伯采利乌斯是一位瑞典的化学家,被人们称颂为19世纪最伟大的化学家。盖斯·奥赞却是一位年轻的俄罗斯化学家,曾在伯采利乌斯的指导下工作过。1826年他声称在他的研究中发现了一种新的元素,并用自己祖国的名字——Ruthenia来命名,称作为“钋”。同时把论文寄给了伯采利乌斯。后者在重复了他的实验以后宣布奥赞的结论是错误的。于是奥赞又重复做了一遍,承认自己错了。然而,另一位俄罗斯化学家克拉乌斯仔细研究了奥赞的实验,证实奥赞没有错。克拉乌斯一再重复实验后确信自己的结论是正确的。面对一位举世无双的大权威的否定,他没有气馁。他把实验结果和新元素的样品寄给了伯采利乌斯,然而却又一次次地被否定。最后他把实验结果发表在《喀山大学科学报告》上,并连同样品再寄给伯采利乌斯。这一次,伯采利乌斯非常细心地进行了鉴定,终于承认了确是一种新元素。由此可见,实践是检验真理的唯一标准。而化学中的标准就是实验结果。

## 三、化学学科的发展与当今的机会

化学这门科学发展到今天,已经经历了复杂而漫长的道路。随着时间的推移,化学家所知道的物质种类、物质的制取方法以及研究的范围都在逐步扩大。同时,关于物质组成和结构、化学变化过程中的理论和学说也在不断扩展和逐步完善。

化学学科的第一个特点是它的发展受一定的社会条件,特别是经济条件的影响,是在与各种社会现象及过程的相互作用中进行的。它经历了实用和手工艺化学时期、炼金术时期、化学革命时期、原子分子学说形成时期、有机化学诞生和发展时期、物理化学时期等等。人类从遥远的古代就已经接触到了化学现象并逐步积累了化学的一些实用知识。然而,化学可以说是从炼金术时期开始逐步形成一种学科的萌芽。在这一时期内,无论是阿拉伯的炼金术、西欧的炼金术以至中国的炼丹术,都涉及金属的制取与提纯以及有关金属的学说。在公元8世纪时阿拉伯各