

图书在版编目(CIP)数据

化学与社会 / 章福平主编. —南京:南京大学出版社,2007.10

(高等学校文化素质教育(自然科学类)系列教材)

ISBN 978-7-305-04985-9

I. 化… II. 章… III. 化学—高等学校—教材
IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 009289 号

出 版 者 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 **邮编** 210093

网 址 <http://press.nju.edu.cn>

出 版 人 左 健

丛 书 名 高等学校文化素质教育(自然科学类)系列教材

书 名 化学与社会

主 编 章福平

责任编辑 蔡文彬 **编辑热线** 025-83685411

照 排 南京玄武湖印刷照排中心

印 刷 盐城华光印刷有限公司

开 本 787×960 1/16 **印张** 14.25 **字数** 311 千

版 次 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-04985-9

定 价 24.00 元

发行热线 025-83592169 025-83592317

电子邮件 sales@press.nju.edu.cn(销售部)

nupress1@public1.ptt.js.cn

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

编者的话

本教材是根据多年来南京大学非化学化工专业本科生公共选修理科类课程《化学与社会》的授课内容整理编辑出版的。“科学技术是第一生产力”、“科学决策”和“科学发展观”等观点已深入人心,普及科学知识是每位公民应尽的义务。为实现中华民族的伟大复兴,对社会主义建设人才的综合素质和知识水平的要求越来越高。但是,由于我国高考制度的改革和高考科目内容的变化,文科类本科生普遍缺乏理科方面的知识。化学作为一门与生活和科学技术发展紧密相关的理学科目,不仅文科类本科生为了提高生活质量和决策水平需要了解,而且非化学化工类理科生为了开拓思维和捕捉更多的成功成才机会也应有所掌握。

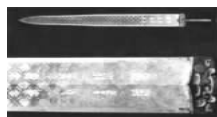
本教材共分六章,内容涉及的化学知识面整体上较为宽泛,化学史料较为详实,而且其中也有部分内容和知识点涵盖了最新国际前沿观点和研究课题。教材中每章内容基本按照化学知识由浅入深编写,但各章之间并无严格的承前启后关系。因此教学过程中教师可根据学生的知识结构和水平及课时数自由选讲和安排自学。所以本教材既适合作各类高等院校各个专业(包括化学)本科生的化学选修课教材使用,也可供化学化工类硕士和博士研究生自学阅读。

第一章、第二章、第三章经南京大学化学化工学院严爱珍教授、郑和根教授和纪勇博士同时审阅,第五章由南京大学生物系张弢副教授审阅。他们对本教材的编写提出了许多有益的建议和见解,在此表示深深的感谢。由于时间和水平的限制,其中一定有不少不足和错误之处,请广大读者批评指正,或发邮件 fupzhang@nju.edu.cn,以便再版时修改。

章福平

2006 年 7 月于南京

目 录



第一章 绪论——化学与其他科学的内在联系	1
第一节 化学学科的简介	1
一、化学研究的对象——物质	1
二、化学运动和化学变化	3
三、化学研究的目的——认识自然、改造自然,促进社 会文明的发展和进步	4
四、化学发展简史	5
五、化学学科的分支和使命	10
第二节 化学的发展与其他学科的相互关系 概述	11
一、化学与生命科学	11
二、化学与考古科学	18
三、化学与材料科学	18
四、化学与环境科学	19
五、化学与信息科学	19
六、化学与哲学	20
七、化学与国防	20
第三节 拓展知识	27



第二章 化学与健康	30
第一节 元素及元素周期表	30
一、元素、元素的发现及原子的结构	31
二、元素周期律的发现和周期表的完善	36
第二节 元素的化学性质与人类健康	37
一、元素的化学性质及无机化学和有机化学简介	37
二、人与化学物质	38
三、化学与毒品	46

四、疾病与化学药物	47
第三节 拓展知识	57
一、有机物命名	57
二、维生素	58
三、与生殖相关的化合物	60



第三章 化学与工业、农业、环境	64
第一节 化学工业	64
一、日用化工产品	65
二、食品添加剂	72
第二节 化学与农业	78
一、化学肥料	78
二、农药	85
第三节 化学与环境污染	95
一、水的概况	95
二、水的化学结构和性质	97
三、水的净化	98
四、水的纯化	99
五、水的软化	100
六、海水的淡化	101
七、水体的污染	102
八、化学与大气污染	107
九、绿色化学	113
第四节 化学与海洋资源的开发利用	114
一、从海水中提取卤素	115
二、从海洋中提取药物	116
第五节 拓展知识	118
一、杂化轨道	118
二、构象异构和旋光异构	119
三、蛋白质	120
四、DNA	121



第四章 化学与能源	123
第一节 石油	124
一、世界上石油的分布	124

二、石油的主要化学成分	125
三、石油的分馏和催化重整	125
四、石油的催化裂化	127
五、汽油、柴油、航空煤油及其他燃料油	129
第二节 天然气	131
一、天然气的化学组成和概况	131
二、天然气的用途	132
第三节 煤及其综合利用	133
一、煤的概况	133
二、煤的综合利用	133
第四节 火灾的消防	136
一、燃烧的必要条件	136
二、化学自燃	138
三、灭火原理	138
第五节 核能	139
一、核反应	139
二、核能应用	143
第六节 化学能源	145
一、化学能源概况	145
二、一次电池	147
三、二次电池	149
第七节 化学与太阳能的利用	152
一、太阳能光电转化技术	153
二、光化学反应	154
三、化学储热	154
第八节 拓展知识	155
一、焓的概念	155
二、焓的变化(ΔH)	155



第五章 化学与新材料	157
第一节 高分子材料	157
一、纤维素、人造纤维和合成纤维	157
二、塑料	165
三、新型高分子功能材料	176
四、胶粘剂	181

五、橡胶	188
第二节 表面活性材料	191
一、日用清洁剂	191
二、特种表面活性剂	196
第三节 纳米科技与纳米材料	197
一、纳米磁材料	198
二、纳米陶瓷材料	199
三、纳米电材料	199
四、纳米塑料	200
五、化学组装纳米计算机	200
第四节 建筑材料	201
一、玻璃	201
二、水泥	203
第五节 珠宝	204
一、天然宝石和玉石的形成及分布	204
二、珠宝的化学成分及特点	205
第六节 拓展知识	207
表面张力	207



第六章 化学与计算机科学	209
第一节 电子计算机及其在化学化工学科的应用	209
一、电子计算机	209
二、电子计算机技术在化学化工学科的应用	210
第二节 化学材料与计算机硬件	217
参考书目	219



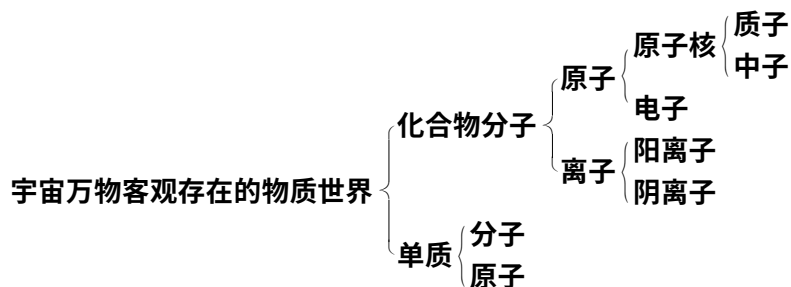
第一节 化学学科的简介

一、化学研究的对象——物质

图 1-1-1 是浩瀚的宇宙空间。化学的研究对象为宇宙间客观存在的物质。



图 1-1-1 浩瀚的宇宙



电子、质子和中子是由什么组成的？宇宙空间还有哪些其他基本粒子？正电子、夸克、反物质和反粒子是什么？

1. 单质——金,人类发现的第一种金属

单质是指由同种元素的原子组成的物质。例如空气中的氧气(O_2)和氮气(N_2)分别由氧原子和氮原子组成。金属也是由该元素的原子组成,如生活中常见的金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、铜(Cu)、铁(Fe)、铝(Al)、锌(Zn)和锡(Sn)等。合金因技术要求不同常由多种元素组成,因此不属于单质,如铝合金和钛合金分别是由铝和钛与其他金属组成。

地壳中金的含量相当少,大约为地壳质量的十亿分之五,海水含金量约为一万亿分之四。在自然界中,金多以单质形式存在,其化学性质极不活泼,不易被氧化,也不溶于一般的化学溶剂中。因此金非常稳定,便于人们收藏。由于金的延展性好,1 g 金可压成约 0.6 m^2 的金箔;并且其硬度不高,便于加工,无需冶炼即可得到单质。因而自古以来,日常生活中黄



图 1-1-2 江苏省徐州市汉墓金缕衣由 2 kg 白玉和 10 kg 的金丝编织而成。

金长期被用来充当货币和饰品等。但是金的首先发现者难以考证,它可能是人类最早利用的金属。黄金制品上标注的“x K”表示含金量为“ $x/24$ ”。考古发现石器时代的埃及人坟墓中就陪葬了黄金制品。我国河南省殷墟中曾出土了 0.01 mm 厚的金箔;江苏省徐州汉墓也发掘出了金缕衣(图 1-1-2)。我国古代劳动人民在春秋战国时期便掌握了鎏金技术,如将金汞齐涂在铜器表面,再烘烤蒸发汞,便可制成光彩夺目的鎏金器皿。金的用途非常广,如防辐射(如宇航服上镀金)、防灼烧。

金的良好导热小实验:将一元的硬币(主要成分为金属镍)或小铝片、小铁片、铜纪念币(或铜丝和铜片)、银币(或银丝)、金币(或金戒指)、铂戒指(或白金首饰)放入小碗,倒进适量开水覆盖所有物件,10 min 后用筷子或镊子取出上述物件(最后取出金或铂物件),用吸水纸吸干水,然后用手判别哪些物件烫手。

知识链接

金酒:香港和广东地区称毡酒,台北称琴酒,又因其含有特殊的杜松子味道,所以又称杜松子酒。金酒诞生于 17 世纪中叶,由荷兰莱顿大学的医学教授西尔维斯(Sylvius)制备。金酒最初用途是作为利尿和清热的药剂。杜松子香味怡人、口感温雅醇和,还具有利尿作用。金酒酒体洁净而且爽口,后来被人们作为正式的酒精饮料。现如今有的国家和酒厂用其他香料,如茴子、豆蔻、甘草和橙皮等来酿制金酒,而厂家对其准确的配方保密。世界上的金酒名字很多,如荷兰称 Gellever,英国称 Hollamds 或 Genova,德国称 Wacholder,法国称 Genevieve,比利时称 Jenevers。其中荷兰、英国和美国的金酒比较著名。一般将酒放到橡木桶中

陈酿,便能使酒液略带金黄色。金酒的酒度一般在 35%~55%(体积比,V/V)之间,通常酒度越高,其质量就越好。

国产金酒内含人参、犀牛角、冬虫夏草、鹿茸、灵芝、蜂蜜、葡萄等 100 余种珍贵名药材精练而成。长期饮用,具有保健强身、美容补血、养血调气及增长智力之功效。

金酒内并不含金,而是含有带金黄色的油状杜松子或其他香料的小珠。长期服用单质金不利于健康。炼仙丹术士曾主张以分散状的金或银细粉与丹丸为伍服用,但长期服用则“不堪金石重坠之物久在肠胃”而招致丧命。

2. 常见的合金

钛合金:钛是 20 世纪 50 年代发展起来的一种重要的结构金属,钛合金因具有比强度高、耐腐蚀性好、耐热性高等特点而被广泛用于各个领域。第一个实用的钛合金是 1954 年美国研制的 Ti-6Al-4V 合金,该合金使用量已占全部钛合金的 75%~85%。其他钛合金都是 Ti-6Al-4V 合金的改型。钛无毒、质轻、强度高且具有优良的生物相容性,是非常理想的医用金属材料,可植入人体。目前,在医学领域中广泛使用的是 Ti-6Al-4V ELI 合金。但改型合金会析出极微量的钒和铝离子,降低了其细胞适应性且有可能对人体造成危害,这一问题早已引起医学界的广泛关注。

铝合金:铝与锰、镁、铜、硅、铁、镍、锌等合金元素组成的铝合金具有较高的强度,能用于制作承重的机械零件。根据生产工艺,分为变形铝合金和铸造铝合金两大类。按主要性能特点又分为防锈铝、硬铝、超硬铝和锻铝等。防锈铝中的主要合金元素是锰和镁,用“LF”两个字母和一组顺序号表示,如 LF5。硬铝是 Al-Cu-Mg 系合金,还含有少量的锰。硬铝是航空工业中应用最广泛的变形铝合金,时效硬化能力强,热处理后强度最高可达 500 MPa,用来制作飞行器中的各种承力构件等。强度越高,塑性和抗蚀性则下降。超硬铝以 Al-Cu-Mg-Zn 系为主,如 LC4,LC6 等,室温强度可超过 600 MPa。锻铝属于 Al-Mg-Si-Cu 系和 Al-Cu-Mg-Ni-Fe 系合金,如 LD2,LD5,LD6 和 LD10 等。

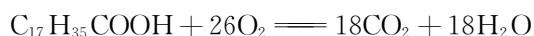
二、化学运动和化学变化

物质是运动的,而物质运动的形式有:机械运动(位置的移动,如冰鞋的滚动及人和鞋共行的各种运动)、物理运动(由一种物理状态变为另一种物理状态而本身性质不变的运动,如蜡烛燃烧前由固态熔化为液态)、化学运动(性质发生根本性变化的运动,如蜡烛燃烧由烷烃变为 CO_2 和 H_2O 等)和生物运动(如鸟兽迁栖、花开花落和生老病死等)。

知识链接

蜡烛:日常使用的蜡烛主要是由石蜡制备的。石蜡来自石油或页岩油的含蜡馏分的脱蜡。石蜡为多种碳链较长的烷烃的混合物,如正二十二烷($\text{C}_{22}\text{H}_{46}$)和正二十八烷($\text{C}_{28}\text{H}_{58}$)

等。石蜡的软化点约 30°C ，为提高软化温度，蜡烛中经常掺入硬脂酸($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$)。蜡烛在空气中燃烧后的产物主要是二氧化碳和水，化学反应方程式可表示为：



化学运动是指物质间的化学变化。本质是原子、分子、离子或核外电子运动状态的改变。但伴随化学变化的发生也经常产生物理变化，如光、电、热的变化。物质发生化学变化后，组成会发生变化。因此研究化学变化时，常对物质的组成、结构、性质和发生变化所需的外界条件及变化规律等进行研究。所以化学是一门在原子、分子和离子层次上研究物质的组成、结构、性质等变化条件及规律的科学，亦即是研究物质变化的科学。

知识链接

化学研究能为社会生产实践提供理论指导和决策。例如，初中化学便告诉人们氢气(H_2)与氧气(O_2)可以发生化学反应生成水(H_2O)，其依据是热力学原理。但事实上在日常条件下，空气中的氧气和氢气能稳定共存而不生成水，这是为什么？动力学研究显示二者在日常条件下反应速度很慢，106 亿年才生成 0.15% 的水。因此若想实现该反应，就必须研究影响该反应的各种因素，如温度、压力和催化剂等。化学研究在解决化学变化能否发生、进行程度如何及有哪些影响因素等问题上能发挥指导决策作用。

三、化学研究的目的——认识自然、改造自然，促进社会文明的发展和进步

在人与自然的长期变化和发展过程中，人们通过认识自然和改造自然逐渐学会了生存的本领。为了满足伴随社会文明进步所带来的生活需求的不断增长，人们根据世代相传的经验积累，很早就掌握了如何从自然界的现存物质中分离出某些具有特殊功能的物质，例如从花卉和植物中提取颜料或染料来作画和染布，从植物中提取疗伤治病的药物和油。这些物质不同于单质，是由多种元素组成，统称为化合物。同时，通过多种不同物质之间的化学变化(反应)来制造新物质，例如用天然碱(主要化学成分 $x\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot y\text{NaHCO}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$)与油脂反应制肥皂、从燃烧物的残渣中分离活性炭和将咸海水先晒制粗盐后再精制等。这类活动都是化学的萌芽。随着化学学科的建立、兴起和发展，人们不断地享受着由化学研究的各项成果所带来的益处，例如食物保鲜、衣着色彩的丰富和功能、质地的多样化、健康的维护、计划生育等。未来化学研究还将围绕人类的生存环境、生活质量、延年益寿及社会文明进步的目标做不懈的努力，如能源开发、自然资源合理使用、环境保护、合成新材料、新药物、生命过程中的化学奥秘及宇宙起源的探究等方面。因此化学研究的目的一直是认识自然和

改造自然及促进社会文明的发展和进步。

四、化学发展简史

化学学科的发展首先经历了制陶、玻璃制造、炼铜和铁、造纸和火药、炼丹和炼金、医药化学和冶金化学等的萌芽期。一般将 17 世纪以前称为古代化学时期。这一时期的化学特点是注重实用性,化学知识是经验性和零散性的。

知识链接

陶瓷:现有的考古资料表明在我国河南省新郑市的“裴李岗文化”、“仰韶文化”、河北省的“磁山文化”、江西省万年县的“仙人洞”、浙江省余姚的“河姆渡文化”、甘肃的“马家窑与齐家文化”及西安半坡史前遗址等地出土了大量陶器。因此早在欧洲掌握制陶瓷技术一千多年之前,我国已制造出相当精美的陶瓷器。在中国,制陶技艺的产生可追溯到纪元前 4500 年至前 2500 年的原始社会时代,而且在随后的各个朝代都有技艺上的发展与创新。图 1-1-3 为北宋时期景德镇湖田窑所产影青莲瓣形温壶,高 25.8 cm。1963 年出土于安徽省宿松县,现藏安徽省博物馆。



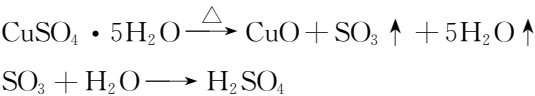
图 1-1-3 影青莲瓣形温壶

陶瓷是陶器、炆器和瓷器的总称。用陶土烧制的器皿叫陶器,用瓷土烧制的器皿叫瓷器。日常生活中,根据工艺和产品品质的不同,一般把胎体没有致密烧结的粘土和瓷石制品,不论是有色还是白色,统称为陶器;其中烧造温度较高,烧结程度较好的又称为“硬陶”,把施釉的又称“釉陶”。相对来说,经过高温烧成、胎体烧结程度较为致密、釉色品质优良的粘土或瓷石制品称为“瓷器”。一般陶瓷制品是由结晶物质,玻璃态物质和气泡所构成的复杂系统。这些物质比例上的差异,对陶瓷的性质有一定的影响。陶土的化学组成主要为氧化硅、氧化铝、氧化铁、氧化钛、氧化钙、氧化镁、氧化钾、氧化钠。天然陶土主要包括高岭石、水白云母、蒙脱石和长石(青灰泥、花斑泥、紫泥、深紫泥)。陶器颜色的不同主要是某些化学成分不同引起的,如红(褐)陶(含 Fe_2O_3)、灰陶(含 FeO)、黑陶(含炭黑)、彩陶(含 Fe_2O_3)和白陶(含 Al_2O_3)等。另外,还可用 Fe_2O_3 (黑)、 MnO_2 (红)为着色剂。瓷土含铁量低,主要来源于高岭土、长石、石英石和莫来石。瓷器的胎体必须经过 $1\,200\sim 1\,300^\circ\text{C}$ 的高温焙烧,烧后胎色白,具有透明或半透明性,胎体吸水率不足 1%或不吸水。陶瓷能耐水和耐酸,广泛用于建筑、化工、电力、机械等工业及日用装饰等方面。现在用粘土以外的其他原料,依陶瓷制造工艺方法制成的材料,也叫做陶瓷,如金属陶瓷、电容器陶瓷、磁性瓷等。这些陶瓷广泛应用于无线电、原子能、火箭、半导体等工业。所以目前将所有陶瓷统称为“无机非金属固体材料”。由于传统的陶瓷中硅酸盐为主要成分,人们习惯称它为“硅酸盐陶瓷”。现代陶瓷发展

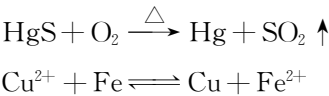
非常快,通过提高配方中氧化铝的含量和加入某些人工合成的化合物代替天然原料,来改进硅酸盐陶瓷结构,提高陶瓷的强度、耐高温性和其他性能。按现代科学的观点,用特殊土质的原料制造陶瓷的过程实质上是在进行复杂的高温固相化学反应。因此陶瓷器是人类早期运用长期积累的化学经验实现丰富生活需求的创造性活动的见证。

炼丹和炼金:炼仙丹和炼金活动从主观上讲,是建立在错误的物质观指导下的化学实践活动;但客观上却起到了推动冶金化学和医药化学发展的作用,因此对于研究化学发展史具有重要意义。在认识自然,改造自然的活动中,在殷商朝代劳动人民就把金、木、水、火、土视为与生活息息相关的物质元素,期望以此来解释万物的起源,并认为“水火者,百姓之所饮食也;金木者,百姓之所兴生也;土者,万物之所资生也,是为人用”。也曾借鉴人类通过阴阳结合繁衍后代的规律,企图揭示事物发展变化的法则,如史官伯提出“阳伏而不能出,阴迫而不能蒸,于是有地震”;又如董仲舒将阴阳与社会人事相附会“君臣、父子、夫妇之义,皆取阴阳之道;君为阳,臣为阴;父为阳,子为阴;夫为阳,妇为阴”,“阴始于秋,阳始于春”;柳宗元认为“元气”是万物的本源,天地、“元气”、阴阳都是物质。有些观点发展成了我国传统中医理论的基础,甚至延续至今,长期影响大众的物质和精神生活,如阴阳论和“元气”观等。许多历史资料表明炼仙丹的活动在我国封建帝制社会时期较为盛行,帝王等权势阶级为了能长命百岁,长生不老,在媚臣的唆使或怂恿下,便寄希望或相信世间存在某种神奇物质能实现他们的梦想,于是不惜人力、物力和财力,如至今河北省的秦皇岛市旅游名胜景区仍保留着传说中当年秦始皇派遣臣民从海上寻求仙丹的入海处的遗址。同时,过分夸张甚至神化的药典和经书的记述也助长了该项活动的开展。如早期的仙药主要有天然矿物和植物,丹砂(朱砂、硃砂、辰砂、硫化汞)、雄黄(鸡冠石, As_2S_2)、雌黄(As_2S_3)、石胆(胆矾, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、云母、玉浆、茯苓、天冬门、兰草、甚至水银(Hg)等,都被冠以“久服轻身不老,益寿延年……”等粉饰之词。现代医学表明 Hg 和 As 及其化合物危害人体健康,因此历史上多位帝王权贵受用仙药后反而暴毙。后期的炼丹行为比较隐秘,而且描绘用词玄虚,方法上已逐渐趋同于先采用数种物质混合,然后收集火炼的升华(物质直接由固态转为气态的现象)产物。但所用原料物还是未完全脱离上述仙药,故最终所炼得的仙丹神药虽然外观上与原料有变化,而实质上仍是这些元素的化合物,而且主要是氧化物和硫化物,因为其他初始有机成分被高温氧化成气体逃逸或形成酸根盐。如我国古代九例仙丹尽管表面上起始原料和炼制工艺差异较大,而实际终结产物却非常类同。第一神丹“丹华”,又叫“九转流珠”,主要含 HgS ,杂含少量 HgO ;第二神丹称“神符”或“还丹”或“神符还丹”,主要为金黄色的 HgO 和 PbO 混合物;第三神丹呼“神丹”或“飞精”,以雄黄和雌黄共炼所得,主要是硫化砷,杂含少量氧化砷;第四神丹唤“还丹”,为 HgS 、雄黄、氧化砷混合物;第五神丹谓“饵丹”,主要成分为 Hg 、 HgS 、雄黄;第六神丹曰“炼丹”,属丹砂、雄黄、雌黄、氧化砷和氧化汞混合物;第七神丹取“柔丹”,主要含 HgO ;第八神丹名从“伏丹”,主要含 Hg 和 HgO ;第九神丹定为“寒丹”,主要为 Hg 、 HgO 、氧化砷和硫化砷混合物。人们现在知道白色的砒霜(As_2O_3)在古今中外

均作剧毒药用,重金属铅及其化合物也都无益于健康。因此可想而知,这九味神丹妙药同样不会显灵。但长期的对炼丹术的追求,也在客观上为冶金化学和医药化学发展奠定了实验基础和知识积累。例如古人称金(银)“入万药,药皆神”,但如何才能获得单质金(银),并使其“入万药”?古人已经研究出用石胆制硫酸,再用硫酸分解金矿的方法和通过形成液态的金(银)汞齐,然后与盐共研磨来分散金(银)的办法:



丹砂能化为汞,空青(孔雀石 $[\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CuCO}_3]$)、曾青(蓝色铜矿 $[\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3]$)和石胆能化为铜:



中国的炼丹术逐渐传播到世界的其他国家,如阿拉伯、印度等,后又传入欧洲,并逐步演变为炼金术。炼金术的初衷是希望将贱金属或其矿物通过炼制转化为贵金属的黄金,达到发家暴富的目的。由于中国的炼丹术士们追求的是延年益寿,而不是发财,所以即便是在炼丹过程中已掌握了许多冶炼知识,但炼金的狂热程度却远不及欧洲的炼金术士们。同时,与中国的炼丹术士们不同的是,欧洲的炼金术士们普遍相信“哲人石”或“点金石”的存在。早期炼金所用物料与炼丹十分相似,如把汞和硫或它们的化合物视为两味不可或缺的成分。从现今化学知识的角度来分析,炼金想要实现的是元素之间的相互转换,这在核反应技术出现之前是无法如愿的。明代的凌濛初在《拍案惊奇》的卷十八创作了江湖骗子如何利用炼金骗财色的案例。世界许多国家的人们,也都先后认识到,玄妙动人的炼丹和炼金故事都是坑骗人的。因此炼丹术和炼金术也就随着化学学科的发展走向了终点。

八卦:曾在我国历史上用来描述事物的发展变化规律,并长期渗透于人们的思想文化理念之中。《封神演义》中作者就夸赞西伯侯(周文王)姬昌能用八卦未卜先知。至今街头小巷仍能见“江湖艺人”用其来算命、卜吉凶骗人钱财。八卦源于阴阳排列组合演绎得出。任意取阴阳中的二元排列组合可得“四象”,取任意三元排列组合便得八卦,方式如下:



如此演绎可得 64 卦,乃至无穷。阴阳结合繁衍后代属有性繁殖,与其中所观察的规律只适合于解释某一门类的发展变化,推而广之于一切事物显然是不科学的。

从 17 世纪中叶到 19 世纪末是化学作为一门独立的学科的形成和发展时期,也称近代化学时期。经历了燃素说、氧化学说、化学元素概念的提出、元素论、元素周期律的发现、无机化合物合成有机化合物(尿素, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 等。元素论的诞生标志着化学学科的确立。化学计量定律的确立和原子-分子学说的建立使化学走上了科学发展的道路,孕育了近代化学的发展。科学实验的兴起和化学工业的蓬勃发展,促进了化学史上一系列的发现和发明,化学的分支学科也迅速发展。

知识链接

燃素说和氧化说:1669 年德国化学家贝歇尔(Johann Joachim Becher, 1635~1682) 为解释燃烧现象,提出各种物质都是由三种基本土质:固定土-石土(盐)、流动土(汞土)、油土(硫)组成;油土是可燃性土;物质燃烧时放出油土成分,剩下石土和汞土。1703 年其学生斯塔尔(Georg Ernst Stahl, 1660~1734, 医生和化学家)将油土抽象成燃素,并建立了燃素说:所有可燃物都含有一种看不见的燃素,燃烧时燃素逸出,留下灰烬;灰烬与富含燃素的物质共热,又可吸收燃素而复原。燃素说不能解释为什么金属燃烧后增重;也未阐明燃素的物质基础。1774 年(1780 年发表)法国化学家拉瓦锡(Antoine Laurent Lavoisier, 1743~1794) 受英国化学家普里斯特利(Joseph Priestley, 1733~1804) 当年发现氧气的启发,从磷、锡、铅密闭燃烧实验中总结出氧化说:可燃物的燃烧是与氧结合的过程。后来人们认识到即使没有氧参加,燃烧也可以剧烈进行,如氯气和氢气混合点燃,铜在氯气中燃烧等。因此燃烧现象本质上是化学物质间进行激烈的发光发热的氧化还原反应。

19 世纪末到 20 世纪初,电子、X 射线、放射性的发现使化学研究深入到探索原子、分子、

晶体的内部结构的新阶段。量子力学的建立从理论上全面揭示了元素周期律的本质,使化学研究由宏观实验和经验归纳走向微观的演绎和推理来阐明物质及其变化实质,拉开了现代化学的序幕。这一时期建立了许多崭新的化学理论体,化学与其他学科的研究和发展也相互渗透、相互促进。现代化学有三个突出的特点:① 多学科的综合性和相互渗透;② 新的实验手段的普遍应用;③ 理论与实验相结合。



图 1-1-4 Raman 光谱仪

知识链接

电子的发现:1858 年德国盖斯勒(H. Geissler, 1814~1879)和英国普鲁切(J. Plücher, 1801~1868)在只有几个毫米汞柱气压的玻璃管两端加高电压,管内大部分发出辉光,而且不同气体发出辉光的颜色不同。这种辉光是由气体所特有的光谱组成的。这类真空放电管称 Geissler 管。霓虹灯就是 Geissler 管的应用。1879 年英国克罗克斯(William Crookes, 1832~1919)将管内气压降至 0.01 毫米汞柱以下,管内不再发出辉光,而是在正对阴极的玻璃壁上发出荧光。后来发现这种荧光是由阴极发出的带电粒子流射线激发引起的。该射线能被磁场或电场偏转,被命名为阴极射线,此高真空放电管被称为阴极射线管或 Crookes 管。1881 年英国的汤姆逊(Joseph John Thomson, 1856~1940)测得该带电粒子带负电,而且各种气体所产生的质荷比均相同,即是各种原子的一个共同组成部分。1891 年英国的 G. Johnstone Stoney (1826~1911)命名它为电子。1911 年美国的密立根(R. A. Millikan, 1868~1953)测得电子质量为 $9.11 \times 10^{-23} \text{ g}$ 和电荷为 $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

伦琴(X)射线的发现:1895 年德国的伦琴(Wilhelm Konrad Röntgen, 1845~1923)在研究阴极射线时意外地发现了伦琴(X)射线,并于 1901 年获首届诺贝尔物理奖。X 射线是波长为 $2 \times 10^{-8} \sim 10^{-11} \text{ cm}$ 的短波,波长值与 X 射线管阳极元素的原子内层电子的状态有关,据此可以确定原子序数(见第二章),并了解原子内层电子的分布情况。X 射线还能产生衍射现象,根据晶体衍射的数据,可以研究晶体结构和精确地求出阿伏伽德罗常数。X 射线有强大的穿透力,能够透过人体显示骨骼和薄金属中的缺陷,在医疗和金属检测上有重大的应用价值。后来 X 射线被医学界金属加工业广泛利用,成为透视人体、检查伤病、金属探伤的有力工具。X 射线的发现对自然科学的发展具有极大的推动作用,促成了放射性及 α 射线、 β 射线的发现,为认识原子的微观结构和量子化学的发展奠定了基础。同时,X 射线的性质也为爱因斯坦提出的光的波粒二象性提供了有力证据。



图 1-1-5 W. K. Röntgen (左);1895 年 12 月 22 日伦琴夫人手带戒指的 X 射线照片(中);
1896 年,华尔克(Welker)拍的第一张曝光一小时的病人颅骨的 X 射线照片(右)

诺贝尔和诺贝尔奖:诺贝尔 (Alfred Bernhard Nobel)1833 年 10 月 21 日出生于瑞典的斯德哥尔摩,长期致力于炸药和引爆装置研究。1864 年他首先用 1770 年 E. C. Howard 制



图 1-1-6 诺贝尔 (A. B. Nobel, 1833~1896 年)瑞典化学家、工程师和实业家

得的雷酸汞装入管子做引信,引爆吸收在硅藻土中的硝酸甘油,制成安全炸药。这种引信管子称雷管。纯的雷酸汞 [mercuric fulminate, $\text{Hg}(\text{CNO})_2$] 是白色晶体,晶体密度 $4.3\sim 4.4\text{ g/cm}^3$,含杂质时常呈棕黄色。它溶于热水、乙醇和氨水,在干燥时受轻微摩擦、撞击或加热就会爆燃。当锤重 600 g 时,100% 爆炸的落高 8 cm,发火点 210°C (5 s),爆速 4 500 m/s。另外,雷酸汞不能与铝、锰、锌、铜等金属接触。诺贝尔在瑞典建立了世界上第一个硝酸甘油生产厂,随后又在多个国家开办了炸药生产股份公司,财产累计达 30 亿瑞典币。诺贝尔生活勤俭简朴,终生未娶,一贯轻视金钱和财产,把继承母亲的遗产全部捐献给了慈善机构。他认为“金钱只要能解决个人生活就够了,若是多了就会成为遏制人才的祸害。有儿女的人,父母只要留给他们教育费用就够了,如果再给多余的财产,那就是错误的,那就是鼓励懒惰,那会使下一代不能发展个人的独立生活能力和聪明才智”。

所以,临终立下遗嘱,把全部财产作为基金,每年利息用于奖励前一年中对人类作出杰出贡献的人。初时只设立了物理、化学、生物学或医学、文学及和平事业五项奖,1901 年首次颁奖。1968 年由瑞典银行提议,经诺贝尔基金会同意,增设了经济学奖,于 1969 年开始颁发。

五、化学学科的分支和使命

在我国自然科学分类中通常把化学、物理、数学等视为一级学科。化学的分支如无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、高分子化学、环境化学及化学工程等视为化学的二级学科或专业。生物无机化学、生物有机化学、物理有机化学、金属有机化学等则作为交叉边缘科学。二级学科或专业的次级分支常称为研究方向。

有时按研究目的和内容又划分为基础研究、应用研究和开发研究等。然而实际上并没有严格的划分界线,例如催化化学。

化学学科的发展方向既涉及本身具有普遍科学意义的各项研究,又应该考虑整个社会大系统环境的各个角度,例如国家政策、方针、社会需求、现有的科学资源及科学实力等。化学学科发展自身的使命有:① 结构研究。弄清各种物质在各种状态下的组成、结构和性能及其相互关系;② 结构变化。弄清各种物质结构变化的细节及结构变化的控制方法和手段;③ 反应机理。弄清各种物质化学反应的机理细节及控制方法和手段;④ 合成化学。根据需要能够任意设计和合成各种性能的化合物。

化学与生命科学、考古科学、材料科学、环境科学、信息科学、地球科学、哲学和国防等都有紧密联系。

一、化学与生命科学

尽管生命科学已经取得巨大成就,但还有许多未知领域等待探索。

1. 生命起源之谜

最早的生命从何而来? 这样一个古老而又复杂的历史疑难问题,仍是自然科学研究的焦点,将长期吸引学者的注意。恩格斯曾指出“生命的起源必然是通过化学途径实现”,而且认为“生命是蛋白质的存在方式”。蛋白质是由多种氨基酸按一定次序键合组成的,主要含有碳、氢、氧、氮、磷、硫、铁等元素。生物体内许多复杂的现象如酶催化新陈代谢的功能,都能圆满地运用化学反应和变化知识来解释和预测。人们对通过化学途径实现生命起源的场所有多种推测,如海洋、泥土、火山等。于是有了《大西洋底下的来客》的科学幻想电影。模拟研究实验也表明,在闪电等条件下,加热甲烷(CH_4)、氢气、氨(NH_3)、水蒸气可以合成多种氨基酸。目前许多关于生命的起源的观点都在一定程度上支持是通过化学途径实现的,生命过程本身就是化学变化的表现。因此要了解生命现象就必须先了解各种物质的化学活性。现代生命科学的发展要求化学家在分子水平上解释生命过程,例如组成生命的各种酶、核酸和蛋白质的分离,及其化学结构与生物功能的关系,遗传基因的序列等。

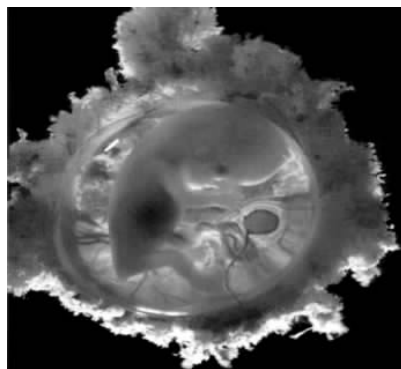


图 1-2-1 受孕后的人胚胎

2. 大脑之谜

脑可分为大脑、小脑和脑干三部分。脑和脊髓及其周围与脑和脊髓分别相连的脑神经和脊神经组成了神经系统。神经系统包含中枢神经系统和周围神经系统两部分,管理着人体的各种感觉和一切动作,调节各部位的机能活动与外界环境相适应。大脑的左半球是语言的载体和集中思维及分析思维的神经中枢;大脑的右半球负责形象思维,在具体思维和整体思维方面超过左半球。脑神经解剖学和脑神经生理学的研究表明,大脑的基本组成单位是神经元细胞。神经元细胞由细胞体及其周围的许多纤维状物组成。纤维状物又分为树突和轴突两类,分别负责接纳和输出信息。信息沿神经元系统通过电的或化学的物质进行相互传递。一个神经细胞的轴突和另一个神经细胞的树突接触后会产生一种称神经递质的化