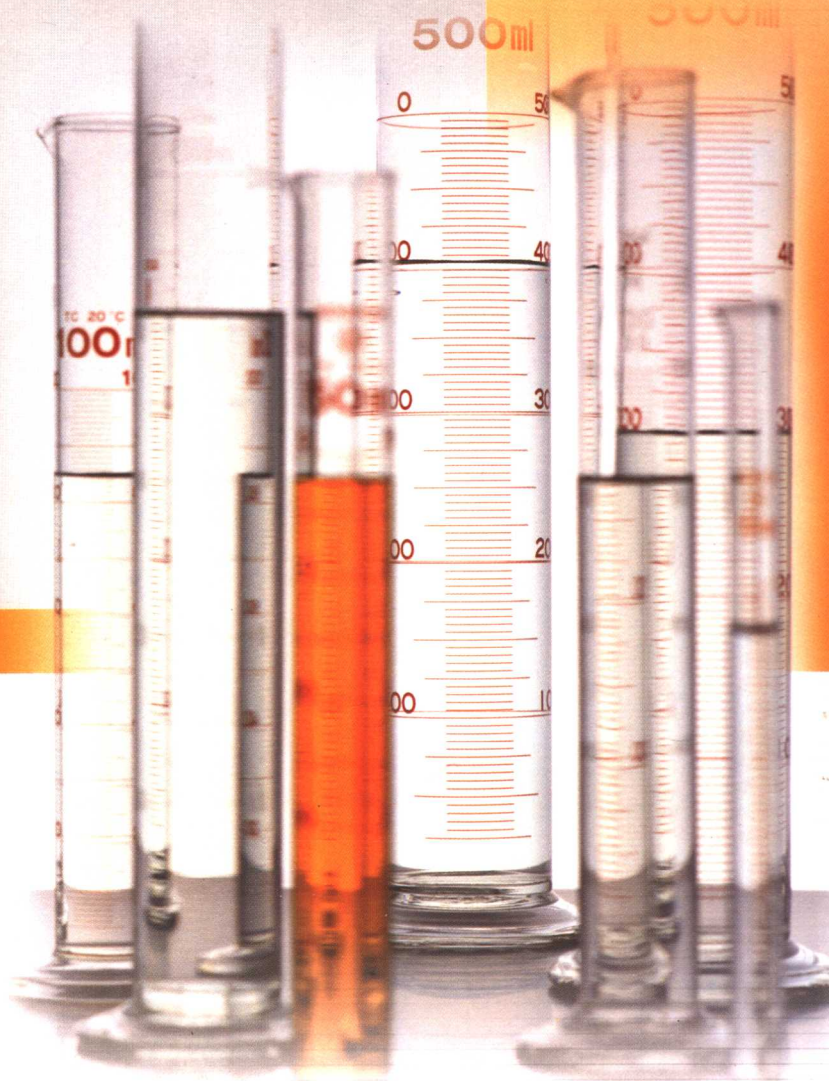


化学 素养教程

CHEMISTRY

陈盛 主编



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

O6
183

化学素养教程

C H E M I S T R Y

陈盛 主编



厦门大学出版社

XIAMEN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

化学素养教程/陈盛主编. —厦门:厦门大学出版社, 2005. 11

ISBN 7-5615-2512-5

I. 化… II. 陈… III. 化学-高等学校教材 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 143765 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门大学 邮编:361005)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

沙县方圆印刷有限公司印刷

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 插页:2

字数:396 千字 印数:0001~3000 册

定价:24.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

前 言

本书是为非化学专业的学生编写的。针对我国高考文理分科,政法、文史、财经管理等类专业学生的科学素养教育,编写切合他们需要的实用教材是各类高校普遍关注的问题。本书可作为高等学校公共选修课,或提高科学素养的教材。

本书取名“化学素养教程”,意在使学生透过化学的窗口了解自然科学,特别是化学科学在社会进步和科技发展中的作用和地位,通过典型的化学事例认识自然科学与社会科学的相互联系,提高科学文化素养。本教程围绕当今人们最为关注的生命、生活、健康、环境、能源、材料及世界观等问题而进行选材和编写,突出社会广泛关注的问题和自己身边的化学问题,有利于提高学生的社会责任感,增强学生珍惜生命、提高生活质量及维护自己与他人健康的意识和能力。

本书以高中的化学知识为基础,侧重于知识的应用。本书前言、绪论、第一章、第三章由陈盛编写,第二章由陈玉成编写,第四章、第五章由马秀玲编写,第六章由罗志敏编写。各章内容相对自成体系。绪论部分简要介绍了化学学科的体系和化学的基本原理,介绍了化学在社会发展中的地位和作用,指出提高化学素养的意义,并对 21 世纪的化学做了简要展望。第一章化学与生命:介绍了生物体中六种重要的有机化合物的性质、功能,阐述了化学元素与人体健康的关系、自由基与人体衰老的关系、兴奋剂及与生命相关的若干问题(滥用抗生素、药品不良反应、保健食品等)。第二章化学与生活:着重介绍了化学在人们的衣、食、住、行等方面的知识和重要应用,介绍了人们生活用品质量优劣的简易鉴别方法。第三章化学与环境:介绍了化学与环境及生态系统的内在联系,分析了环境污染的由来及著名的公害事件,简述了当前人类面临的几大环境问题(人口问题、城市环境问题、耕地减少及荒漠化、淡水短缺与水体污染、酸雨、温室效应、臭氧空洞、光化学烟雾、固体废弃物及土壤污染、生物多样性保护等)及人类采取的行动,重点介绍了食品污染及危害人体健康的几个问题(食品添加剂、食品包装、兽药残留、室内车内装修、电磁辐射、服装、染发、噪声污染等),简要介绍了环境保护的一些化学技术及绿色技术。第四章化学与材料:概述了

材料的发展过程及分类,介绍了新型合金材料(记忆、耐腐、轻巧结实、抗氧化耐低温、坚硬耐磨、贮氢、超塑性)、功能陶瓷材料(超导、电介质、微电子、压电、敏感、磁性、生物、结构等陶瓷)、新型有机高分子材料(特种工程塑料、分离膜、记忆、导电、光功能、高吸水性、生物医用、高分子液晶、绿色高分子材料)、功能复合材料(磁功能、吸波、光传导、摩擦、防弹、航天、信息技术、新能源等高科技中的复合材料、极限环境下的梯度功能材料)、智能材料、新型碳材料、纳米材料。第五章化学与能源:回顾了人类利用能源的历史过程,介绍了能源的分类和各国使用情况,侧重介绍了化学在能源的开发与利用及新能源的开发等方面的重要作用。第六章化学与哲学:从哲学的角度来观察、分析和认识化学,探讨化学理论的哲学价值、化学研究中的思维与方法,对物质的化学组成、结构、化学反应和化学的基本原理,自然、人与可持续发展及与化学的关系等方面的理论问题做一些哲学思考,从另一角度启迪人在认识客观世界的同时丰富自己的主观世界。

本书在初稿完成后经反复修改,最后由陈盛定稿。

学海无边,每个人的知识都有局限性,所以错误之处在所难免,敬请各位读者不吝指正。

书中引用了国内外许多学者已发表的研究成果或图表等资料,在此表示诚挚的谢意。

编 者

2005 年 10 月于五马山下

目 录

绪论	(1)
第一章 化学与生命	(8)
第一节 生命体中的重要有机化合物	(9)
第二节 化学元素与人体健康	(35)
第三节 自由基与人体衰老	(42)
第四节 兴奋剂及与生命相关的几个问题	(43)
第二章 化学与生活	(48)
第一节 化学与食品	(48)
第二节 化学与衣着	(69)
第三节 化学与日用品	(78)
第四节 化学与居住	(89)
第五节 化学与交通	(93)
第六节 生活用品质量优劣的简易鉴别方法	(96)
第三章 化学与环境	(100)
第一节 环境污染及其由来	(102)
第二节 当前人类面临的几大环境问题及人类行动	(106)
第三节 食品污染及危害人体健康的几个问题	(119)
第四节 化学与环境保护	(130)
第四章 化学与材料	(142)
第一节 概述	(142)
第二节 新型合金材料	(148)
第三节 功能陶瓷材料	(153)
第四节 新型有机高分子材料	(158)
第五节 功能复合材料	(166)
第六节 智能材料	(171)
第七节 新型碳材料	(176)
第八节 功能奇异的纳米材料	(185)
第五章 化学与能源	(190)
第一节 概述	(190)
第二节 化学使古老的能源焕发青春	(194)

第三节	化学是开发新能源的源泉.....	(203)
第六章	化学与哲学.....	(214)
第一节	物质观:物质的化学组成	(214)
第二节	现象与本质:物质的化学结构	(220)
第三节	量变与质变:化学反应及其相关理论	(222)
第四节	科学发展观:绿色化学	(227)
第五节	中国化学哲学的发展.....	(233)
参考文献		(236)

绪 论

一、化学素养及其意义

化学素养是指日常生活中必不可少的有用的化学知识。化学素养是科学素养的重要组成部分,为什么科学素养如此重要?我们传统的化学课程并未给予这种素养,我们学校里所教的某些内容对绝大部分学生成长后进入社会并未留下什么。如:水用 H_2O 表示,食盐用 NaCl 表示,苯有点像六角形一类的知识,在他们的日常生活中永远不会有用。导致的结果是他们感到没有化学照样能够生存。他们没有意识到缺乏化学素养经常会带来惩罚。而造成这种错觉的原因是化学专家们的知识同公众的化学素养的缺乏之间的落差所造成的。

化学品可能有毒和有害,但依靠化学却能安全地加以处置并有益于社会。地球上的各种物质都处于平衡状态,然而人类的活动对此却产生了不可忽视的影响。常提到的一个例子便是大气层 CO_2 的增加, CO_2 作为光合作用的原料是不可缺少的,但目前这种物质的有害影响已成为社会指责对象。再如大气中遇雷雨产生的氮氧化物,本对植物生长有好处(氮源),然而由于汽车工业的发展,氮氧化物却成为大气污染源,如产生光化学烟雾和酸雨。本来是对自然界有用的物质,如今却成了有害物质,这就是因为它们在地球上的存在超过了平衡的需求。尽管我们生存离不开氧气,然而它作为一种纯物质却又是有害的,医生在使用时必须小心地混以氮气;适当食用酒精饮料有利于体内血液循环,但过量则导致酒精中毒,驾车时喝酒将造成危险等等。

化学素养对人们每时每刻利用各种信息做出决策也是至关重要的。在当今科技高度发展的社会中,人们应当经常对事物做出归纳和演绎,这同样也需要各方面的信息和较高的智慧。化学常会告诫人们有些结论只是暂时的,它常会随着新的变化而改变,把某一时刻得到的结论作为绝对真理将会导致错误,在现代社会中生存,人们应当学会持灵活多变而不是刻板守旧的态度,否则人们将可能失去改正错误的良机。例如,乙炔加水的合成反应使用汞盐做催化剂,其结果导致水俣病的发生。又如往汽车引擎用的汽油中添加少量四乙基铅可提高辛烷值,于是就大量生产四乙基铅,后来化学家发现,随着汽车尾气的排放,铅逸入大气,污染不容忽视。再说四乙基铅又有毒性,也得加以解决。已知直链烃的辛烷值低于多支链烃,于是就设法使直链烃异构化,这又使汽油提价,在脂肪烃中混以芳香烃,既可省钱,又能提高辛烷值,却又带来新的问题:由于芳香烃有稳定性,未燃烧便逸入大气,在城市中又导致光化学烟雾。就辛烷值这么一个简单的问题,也会带来如此多的复杂的思考。

滴滴涕(DDT)是 20 世纪 60 年代以前广泛应用的一种杀虫剂。由于使用了 DDT 等化

学农药,减少了病虫害,挽回的粮食损失占总产量的15%,若以世界粮食年产量18亿吨(上世纪70年代末水平)计算,那么有2.7亿吨是由化学农药换回来的,相当于10多亿人一年的口粮。此外,DDT还能有效地杀灭蚊蝇、体虱等传染疾病的害虫,从而大大减少疟疾、伤寒等的发病率和死亡人数。瑞士昆虫学家保罗·米勒因发现DDT药效,而于1948年获诺贝尔生理医学奖。曾几何时,DDT因其稳定性、脂溶性、药效普适性等特点,大量生产,普遍使用,以致最终造成环境污染。1962年美国生物学家卡尔松(Bachel Carson)在《寂静的春天》一书中,对包括DDT在内的农药所造成的公害做过生动的描写:“天空无飞鸟,河中无鱼虾,成群鸡鸭牛羊病倒和死亡,果树开花但不能结果,农夫们诉说着莫名其妙的疾病接踵袭来……”此书问世后引起了社会强烈反响,后来被认为是环境生态学这一环境科学分支的奠基之作。从上世纪70年代起,美国、瑞士等国相继禁止生产DDT。我国政府于1985年明令全部禁止使用DDT。DDT从兴起到被取缔发人深省。为此事,瑞典卡罗琳医学院就曾颁布此项诺贝尔奖而表示深深的愧疚。

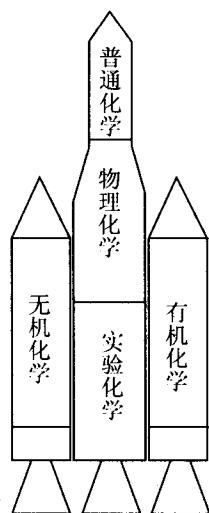
我们应当有责任提高人们的化学素养。作为公民使他们感到在化学中学到的知识和能力对自己的生活和工作都有用处。应当避免像一些媒体的广告词中出现的“本食品不含任何化学物质”的笑话;避免在某大学校园知识竞赛现场出现的“酸雨是pH值小于5.6的降水”的笑话;避免国内某著名大学学生用硫酸伤熊事件、社会上用硫酸伤人事件;避免饮酒过度酒精中毒身亡和因使用液化石油气燃器具不当而造成缺氧身亡的悲剧……在大学里,对非化学专业的学生补充普通化学的知识,同时教给他们如何用从化学中学到的思维方式去综合思考人生,并解决问题。他们可能成为公司的经理,或是政治家,或是经济学家,或是各领域各部门的领导,当他们做出决策时,需要化学素养,使他们认识到化学并非仅对成为化学工作者的人才是有用的。

二、化学学科的体系

化学是一门试图了解物质的结构、性质和物质发生变化的科学,它涉及存在于自然界的物质(地球上的矿物、空气中的气体、海洋里的水和盐、在动植物身上找到的化学物质等)以及由人类创造的新物质;它涉及自然界的变化(因闪电而着火的树干,与生命有关的化学变化等)及由化学家发明和创造的新变化。

化学是最古老的学科之一,在改善人类生活方面,它也是最有成效的学科之一。英国的科学工作者波义耳(Robert Boyle, 1627—1691)提出了化学元素的科学概念,恩格斯说“波义耳把化学确立为科学”。化学的历史非常悠久,大致可分为三个时期。在古代及中古时代,就有火的利用,陶器的出现和发展,酿造,染色与油漆,金属冶炼,煤、石油及天然气等燃料,造纸术、火药的发明等。在17世纪后半叶至18世纪末近代化学的孕育和发展时期,有人以1803年道尔顿提出原子假说作为近代化学的起点,此时提出了化学元素的概念,建立了科学的燃烧学说,发现了一些重要的元素,建立了原子—分子学说,发现了元素周期律,近代无机化学工业、有机化学工业及分析化学、物理化学得到了确立和发展。第三时期为现代化学时期,此时已发展了核化学、制备无机化学、仪器分析化学、现代有机化学和高分子化学。

化学学科的体系可用下图简示：



高等学校化学专业的课程设置以普通化学为先导,实验化学和物理化学为主体,有机化学和无机化学为两翼助推器。普通化学主要包括基本原理(物理化学初步)、元素化学、化学的近代发展和化学在近代科技进步中的作用。

无机化学有别于普通化学,它的主要内容是基础理论,包括无机化合物的结构与对称性、配位场理论、近代配位化学、金属键理论、原子簇团化学、固体化学与无机材料化学等。

西方高校化学专业课程设置中取消了分析化学,原因在于分析化学没有自己的基本理论,而仅是一门化学技术,完全可以在实验化学中学习。我国课程体系中原有分析化学,是延续前苏联落后的课程体系的结果。如果今日教育与西方接轨,南开大学的申泮文院士等建议也撤销分析化学作为独立课程,西方高校取消分析化学课程已有 30 来年之久了。实验化学正按综合性、设计性和应用性的要求将原有的二级学科的实验内容进行整合和重排,随着电子技术的发展,借助于光学性质和电学性质的光度分析法以及测定物质内部结构的 X-射线衍射法、红外光谱法、紫外光谱法、核磁共振法等则是近代的仪器分析方法,这些方法可以快速灵敏地进行检测。

有机化学是最大的化学分支学科,它以碳氢化合物及其衍生物为研究对象,也可以说有机化学就是“碳的化学”。医药、农药、染料、化妆品等等无不与有机化学有关。在有机化学中有些小分子,如乙烯、氯乙烯、丙烯腈、己内酰胺等,在一定温度、压力和有机催化剂的条件下,可以聚合成为分子量几十万的高分子材料,这就是 PE、PVC 塑料管材、人造羊毛膨体纱、尼龙-6 等,它们已经走进千家万户、各行各业。

物理化学是化学学科的理论核心。它是从化学变化与物理变化的联系入手,研究化学反应的可能性和现实性(即化学反应的方向和条件)、化学反应的速度和限度、化学反应的机理即物质微观结构与宏观性质间的关系的一个分支。

在研究各类物质的性质和变化规律的过程中,化学逐渐发展为若干分支学科,但在探索和处理具体课题时,这些分支学科又相互联系、相互渗透。普通化学是必备的基础知识,而无机物或有机物的合成总是研究(或生产)的起点,在进行研究的过程中必定要靠实验化学

分析和测定的结果来指示合成工作中原料、中间体、产物的组成和结构,这一切当然都离不开物理化学的理论指导。

近代化学的热点主要集中在原子核化学、能源化学、环境化学、材料化学、生命化学等方面。

三、化学的基本原理

化学的原理很多,以下所列的仅是一些最基本的、重要的原理。

第一条,也是最重要的原理,世界上的物质都是由分子组成的,分子中的不同原子是以一定的方式连接在一起的,原子间的连接方式将强烈地影响物质的化学性质。

第二条,现在已知 114 种元素,它们被排列在周期表中,108 号以后的元素的原子均是人工合成的,这些元素是按照它们核内质子数目的递增而排列的,表现出周期性。

第三条,决定分子转变为其他分子的化学反应,如果反应产物比起始物质更不稳定(具有更高的能量)时,这样的反应将不会发生;反之,若反应是有利的,即产物的能量比起始物质低,混乱度比起始物质大,反应也不一定必须进行得很快。

第四条,化学反应遵守质量守恒定律。化学变化是反应物的原子通过旧化学键破坏和新化学键形成而重新组合的过程。在化学反应过程中,原子核不发生变化(核反应另论),电子总数也不改变,因此,在化学反应前后,反应体系中物质的总质量不会改变。

第五条,化学变化都伴随着能量变化。即使反应以低能量的产物为终止,仍需要一些额外的能量以便通过不稳定的过渡阶段。在化学反应中,拆散化学键需要吸收能量,形成化学键则放出能量。如果放出的能量大于吸收的能量则此反应为放热反应,反之则为吸热反应。

四、化学在社会发展中的地位和作用

将物质发生的化学变化的客观规律运用于工业化生产过程中产生的化学工业,它与国民经济各个部门、尖端科学技术各个领域和人民生活各个方面都有着密切的关系。如石油化工,化学矿、酸、碱、无机盐,化学肥料,化学农药,煤化工,有机化工原料,合成树脂和塑料,合成橡胶,合成纤维单体,感光材料和磁记录材料,染料和中间体,涂料和胶粘剂,化工新型材料,橡胶制品,化学医药,化学试剂,催化剂,溶剂及助剂,化工机械等。

1. 化学工业促进了农业的发展

从美国农业发展史来看,在人力和畜力时代,一个农民生产的粮食最多只够 4 个人吃;在机械时代,一个农民可养活 7 个人;到了化学工业发达的化学时代,由于化学工业提供了大量的化肥、农药、塑料薄膜、排灌胶管和植物生长激素等产品,加上使农业增产的其他因素,一个农民可养活六七十个人。更重要的是,石油化工发展以后,生产大量的合成材料,可以节省大面积的耕地,较好地缓解人多地少的矛盾。例如,生产 1 万吨合成纤维,相当于 30 万亩棉田所产的棉花;建设 1 万吨人造羊毛工厂(腈纶工厂),相当于 250 万只羊所产的羊毛。而放牧这些羊群需要牧草地 1 亿多亩,而且合成纤维较之棉纤维耐穿得多。生产 1 万吨合成橡胶,相当于 25 万亩橡胶园所产的天然橡胶。可见,在当今世界人口增加很多,而耕地面积日益减少的情况下,发展化学工业有着重要的意义。

我国是一个农业大国,农业在我国国民经济中始终处于基础地位。目前我们已解决 13

亿人口的吃饭问题,这是一个了不起的成就。我国化肥产量居世界前三位,在我国农业增产中有 40%是依靠化肥的作用。农药生产近百万吨,一些高残留农药如六六六、滴滴涕已经停产,高效、低残留农药不断增加,特别是无公害的生物农药及利用生物间相克作用而发展起来的生物防治技术近几年发展很快,逐渐适应了我国农作物防治病虫害的需要。此外,化学工业还提供了大量的农用塑料薄膜、排灌胶管和其他支农产品,在农业生产中起到了重要作用。

2. 化工产品可以代替天然物质和补充天然物质的不足

化学工业特别是石油化工提供的三大合成材料,具有质轻、易加工、耐磨损、耐腐蚀等优良性能,广泛应用于许多特殊领域,为其他物质所不及。世界合成橡胶的年产量已超过天然橡胶产量的一倍多;世界化学纤维的年产量也已经与天然纤维的产量持平;世界塑料的年产量已近亿吨,在生产和生活及其他领域起到了重要作用。轻、纺织工业原材料已经越来越多地采用化学合成的办法生产。许多原来是以农产品为原料的轻、纺织工业产品,诸如呢绒布匹、皮革皮毛、洗涤用品等,现已经可以用合成材料代替,并且还大量生产出性能相似甚至更好地适应各种用途的产品。

3. 化学工业的发展促进其他学科的技术进步

化学工业是技术密集型工业,对合成、分离、测定、控制等技术要求都很高,这对机械工业、冶金工业、电子工业等部门提出了相应的要求,从而促进了这些工业部门技术的发展。只有在化学工业提供大量廉价并具有特殊性能的原材料之后,现代的工业、建筑业、汽车工业以及宇宙航行、国防军工等部门的科学技术才得以迅速发展起来。新的技术革命正推动着化学工业向生物工程、微电子技术、新型化学材料(如智能材料、纳米材料)、光导纤维等更新的领域发展。

生物工程技术是 21 世纪领先学科之一,其核心是分子生物学,分子生物学是生物化学的一个分支。它是应用化学的理论和科学技术方法探讨生命的有关现象的学科。以基因工程为核心的分子生物学在改良生物品种、提高人类健康水平和生活质量等方面正取得一系列激动人心的成果。生物工程的迅速发展与化学提供的支持是密不可分的。

电子工业是一门新兴且发展强劲的工业。集成电路和电子计算机的问世,要求化学工业提供电子化学品。电子化学品门类广、品种多、高纯度、超净化、专用化、技术更新快。目前我国化学工业生产的电子化学品有光刻胶、超净高纯试剂、特种气体、塑料封装材料等十几类产品。另外,家用电器也需要大量化工产品,例如,电视机中的彩色显像管生产线,要求化学工业提供配套的化工原料就有 268 种,主要是铈、钡的碳酸盐,硅烷,硅酮,高分子凝聚剂等。

航天工业的发展也和化学工业紧密相关。我国试验通讯卫星的发射,化学工业提供的化工产品从高能燃料到信息记录材料,其重量在卫星和运载工具总重量中占相当大的比重。

国防工业和尖端技术也需要化学工业提供原料和新型材料。如原子弹、氢弹、发射人造地球卫星需要稳定的同位素、推进剂、密封材料、特种涂料、高性能复合材料等。常规武器飞机、坦克等都需要使用轮胎和大量橡胶制品。一架喷气式战斗机约需橡胶制品 600 kg,一辆坦克约需橡胶 800 kg。

4. 化学工业为国民经济其他部门服务

对建筑工业的发展,化学工业正起着越来越大的作用。现代化的高层建筑采用了越来越多的新型轻质建筑材料(石膏板、塑料门窗、聚氯乙烯管材、塑料扶梯、地板等)、美观耐用的建筑涂料以及用化工产品制成的室内装饰材料(聚丙烯地毯、合成纤维地毯、塑料组合家具、墙纸、台灯、全部塑料制品的卫生间等)。建筑业还是粘合剂的大用户。全国每年大约有占总产量 35% 的纯碱用于玻璃、搪瓷制品和洗衣粉的生产,约占总产量 70% 的烧碱用于造纸、人造纤维、印染和肥皂的生产。

化学工业除了给冶金工业提供传统的化工产品酸、碱外(有色金属工业每炼一吨铝耗纯碱 210 千克),而且越来越多地提供钢材轧制用的金属表面活性剂等精细化学品,以及几百种化学试剂和各种橡胶制品,这对于冶金工业提高产品质量、增加新品种起到了促进作用。

机械工业烧铸的模型内要用润滑剂,焊条的包条是由很多无机盐制成的,钢铁制件的热处理、渗碳、渗氮或同时渗碳与氮(氰化),以增加制件的表面硬度,热处理后酸洗、镀铬、镀镍等,也要用很多化工产品。电机绝缘材料(如有机硅)既可缩小电器设备的体积,还可延长电动机的使用寿命,或在较劣的环境下工作。汽车工业是机械工业中使用化工产品较多的行业,从普通轿车使用材料的比例来看:钢铁 70%~75%,有色金属 5%~6%,合成树脂 6%~8%,合成纤维 2%~3%,涂料 3%~4%,橡胶 4%~5%,石棉、玻璃 4% 左右,其他 3% 左右。化工产品占轿车车重的 12%~13%。

化学工业既是消耗能源的部门,又是为社会节约能源的部门。化学工业以煤炭、石油、天然气为原料,就这一点来讲,它是消耗能源的部门,但它所生产的产品,与相同用途的其他产品相比,单位能耗要低得多。以塑料和金属的能耗相比较为例,聚苯乙烯能耗为 100,钢则为 145,铜为 258,铝为 793;以塑料和非金属的能耗相比为例,制造化肥包装袋的聚氯乙烯能耗为 100,而牛皮纸为 150;再以制造排水管为例,聚氯乙烯能耗为 100,而陶瓷为 140,铸铁管为 137。因此,以塑料代替有色金属、黑色金属和非金属材料,可以大大节约能源。另外,化学工业的经济效益也十分显著。世界上工业发达的国家竞相发展化学工业,以获取高额利润。战后日本发展石油化学工业和电子工业,作为振兴经济的政策(如减免进口石油和设备的关税),取得成功。我国的化学工业半个世纪来累计实现利润和上缴税金几千亿元,相当于同期国家投资的 3 倍多,为国家积累了资金。

化学工业使人民生活更加丰富多彩。从五光十色的塑料制品到色泽鲜艳的化纤衣着,从琳琅满目的家用电器到绚丽多彩的室内装饰材料,从新型轻质的建筑材料到美观耐用的建筑涂料,从食品、饲料添加剂到水果、蔬菜保鲜剂,从汽车工业的轮胎和塑料零件到轻骑摩托的组装部件,都是由化学工业提供的原材料制成的商品或者是直接投放市场的最终产品,化学工业已经渗透到人们的衣、食、住、行的各个领域。

五、21 世纪的化学

20 世纪,化学取得了很大的成就,近年来,随着电子技术和生物工程的崛起,化学的辉煌时期似乎已经过去。但必须看到,物理和生物学科经过长期蛰伏,现在开始爆发,而化学已经有了一定时期的蓄积力量,目前正处在大发展前夕。处于中心地位的化学,其某些领域将发扬光大,进入大发展的前列,化学仍会遵循原有的发展道路,加上绿色化学和可持续发展等问题的考虑,向前挺进。

绿色化学将是 21 世纪初首先要研究的课题。在化学发展的过程中,人们忽视一个重要问题,就是化学品的使用不当引起的负面作用。现在人们往往忘记了物质的化学生产过程,而简单地把化学和环境污染联系在一起。其实只要社会法制走上正轨,能够正确运用化学知识,环境污染本来就不会发生。即使由于认识不足,发生了污染,解决的办法仍得依靠化学。例如氟里昂现在是制冷设备的重要材料,而它又是破坏大气臭氧层的主要因素,从化学家的眼光来看,这事情好办,致冷剂可以改用无碍环境的材料,如无机盐的水溶液等。类似的问题如不含磷的洗衣粉,对人体无害的杀虫剂等等,都不难解决,所以绿色化学将是 21 世纪初首先要研究的课题。

合成化学也是 21 世纪化学发展的一个主要方向。合成化学在 20 世纪的发展,为吃、穿、用提供了大量的材料,特别是药物、高分子材料以及建材等,并为探索物质的结构和功能的关系打下了基础。现在领先的分子生物学,发展之初就是有机合成的延伸。今后的合成化学将向合成生物化学进军。一些生物高分子物质如淀粉、蛋白质、酶、核酸等都是今后合成化学的目标。与此同时,必将有大量具有生物功能的非天然的小分子和大分子,都会被合成和生产出来。

还有一个方向值得注意,那就是“超分子化学”。超分子是许许多多相同或不相同分子的集合体。世界上的物质,绝大多数以超分子的形式存在,如球碳、配合物、水合物、结晶体以至溶液、胶体、固体等,生物体也不例外。譬如说细胞膜,可以说是由许多脂质分子和蛋白质大分子等组成的超分子。生物体的各种组织,更不必说是复杂的超分子了。纳米化学的研究也属于超分子化学的一个内容。我们知道固体的表面有不同于其内部的物理、化学性能,因此有了表面化学这门学科。固体催化剂的催化性质主要位于它的表面,当固体粒子粉碎到只有纳米(10^{-9} m)大小时,形成的表面积很大,它会有不同于原来固体的性质,自不待言。当化学家把目光注视到这个广大的超分子领域时,必然会像过去在原子论、分子论的影响下一样,化学会再度繁荣,发挥其中心科学地位的作用。

试看一下蚕,吃的是桑叶,吐的是丝。在它的体内进行着多种多样的化学反应,都是由不同的酶催化的。蚕实际上就是一个小小的化工厂,没有污染,只消耗很少的能量。化学家如果真正掌握了该反应的机理,推向大规模生产,那么现在化学工业的毛病,如环境污染、动力消耗、笨重的设备等,都将不复存在。新型的化工生产将在小型的安静的而产量很大的工厂内进行。现代研究方法[如飞秒(10^{-15} s)化学]和研究手段(空间分辨率为 10^{-10} m,同步辐射、扫描隧道显微术等)的发展,加上电子计算机的应用,很快会找出酶催化的反应机理,形成新的理论,这将是化学大发展的突破口。到那时由此引发的各种新型产业的兴起,可以在意料之中。可以预测 21 世纪中叶以后,将是化学的世纪,化学仍将是一门中心的科学。

本教程以中学化学和物理为基础,以当今社会各界共同关心的生命、生活质量、环境、能源、材料、哲学等热门话题为主要内容编写。旨在使读者了解化学在社会发展和个人生活、工作中的作用,以提高科学文化素养。

第一章 化学与生命

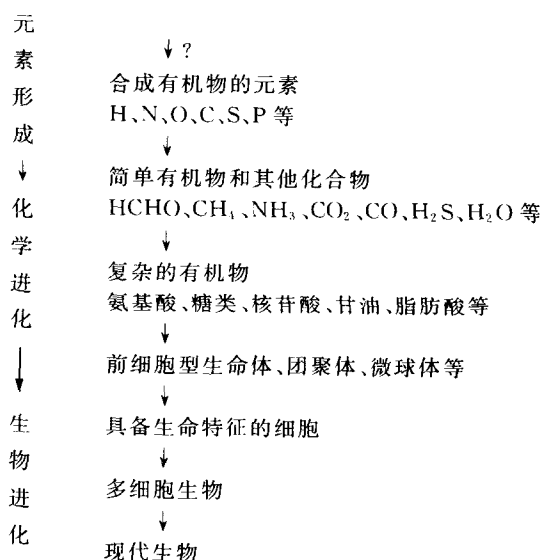
地球上存在 150 万种以上的生物,从参天的大树到显微镜下才能看到的细菌、病毒,从天上翱翔的飞鸟到水中嬉戏的游鱼,种类繁多,性态各异。但作为生物,它们有一些共同的地方,这就是它们都有生命,都有共同的分子基础。

生命是什么?生命是怎样起源的?生命的物质基础是什么?有生命的物质的化学组成是什么?它们在生命过程中的功能和转化又是怎样的?这些都是生命化学研究的范围。

生命现象包括生长、发育、遗传、变异、感觉、运动、记忆、衰老、死亡等。生命的基本特征是新陈代谢。新陈代谢包括物质代谢(分解与合成)和能量代谢(供能与产能)。新陈代谢有五大特点:(1)严格的细胞内定位关系;(2)特异的酶促反应;(3)共通的代谢关联;(4)严谨的反应序列;(5)高效率的调控机构。

人类提出“生命起源”的问题,有文字记载的历史已有千年了。人们也给出了各种各样的答案。与恩格斯同时代的一些自然科学家提出了一些生命起源的解释,在此基础上,恩格斯指出“生命是整个自然界的结果”,“生命起源必然是通过化学途径实现的”。他站在哲学的高度,第一个提出了生命起源的科学预见。

从元素形成到现代生物的进化过程,可简示如下:



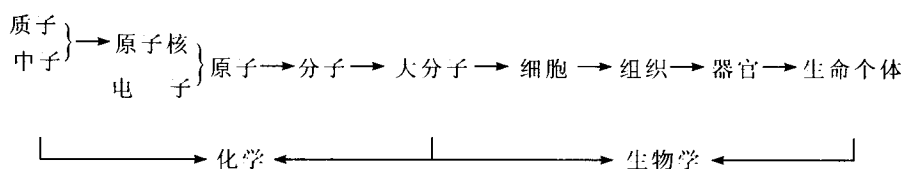
生命起源是发生在几十亿年前地球上的往事,它的研究对象是一个在相当广阔的时空

范围内由“死物”向生物转化的过程,事情的真相湮没在历史的迷沙里。我们只能说揭开了面纱的一角,还有许多问题悬而未决。比如说是先有蛋白质还是先有核酸?旋光性是怎样起源的(在地球的生命机体内,蛋白质中的氨基酸都是 *L*-型的,而核酸中的核糖和脱氧核糖都是 *D*-型的)?原始生命是否还在继续发生?生命起源是偶然的吗?也许这些问题解决之后,又会出现新问题。问题层出不穷,科学探索永无止境。

几乎所有的生物,甚至包括最微小的病毒,它们都包含着核酸和蛋白质这两种最基本的化学组成成分,其中核酸(DNA 和 RNA)对生物起着决定性的作用,它规定着生物的特性和发展方向。蛋白质则是最活跃的因素,参与各种生命活动的过程,例如酶负责生物体内进行的一切化学反应的催化,激素起着信号分子的作用,调节代谢过程和其他相关的生物效应,免疫球蛋白执行着保卫的职能。

除了这两类最基本的生命物质外,大多数生物还包含糖类和脂类物质,它们不仅作为能源的贮藏形式,在其他生理过程中也发挥着重要作用,例如参与生物膜的组成,介入细胞间、分子间的识别。大多数生物还包含水、盐、维生素、核苷酸、氨基酸、葡萄糖和脂肪酸等小分子物质。水、盐和体内的酸、碱、离子与渗透压平衡有关;维生素是许多酶的辅助因子;葡萄糖是主要能源形式;至于核苷酸、氨基酸等,它们被称为“构件分子”,是构建大分子的砖块。

自然界的生命可以划分为不同的层次或组织水平,由下图可见化学与生命的内在联系。



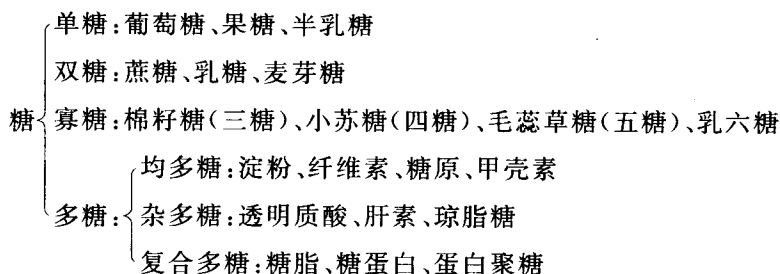
生命共同的分子基础主要有:糖、脂、蛋白质(氨基酸、肽)、酶、核酸、维生素、无机盐(矿物元素)、水等。

第一节 生命体中的重要有机化合物

一、糖类

糖是自然界存在的一大类具有生物功能的有机化合物,它主要是由绿色植物光合作用形成的。从化学角度来看,糖类物质是多羟基醛类或酮类以及以它们为基本单元连接形成的聚合物,其组成元素主要为 C、H、O,通常以 $C_n(H_2O)_n$ 表示,其中 C、H、O 的原子比恰好可以看作由碳和水复合而成,旧的教科书有碳水化合物之称。后因发现一些有此组成的物质(如乳酸 $C_3H_6O_3$ 、醋酸 $C_2H_4O_2$)又不具有糖的性质,而一些不具有此组成的物质(如鼠李糖 $C_6H_{12}O_5$)又表现为具有糖的性质(如旋光性、成脎反应、成苷反应)等,因此现在已不用碳水化合物来表示糖类物质。

按化学组成糖的分类如下：



若按糖的来源分类则可以分为植物性糖、动物性糖和微生物糖。

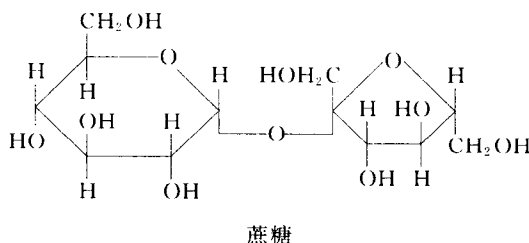
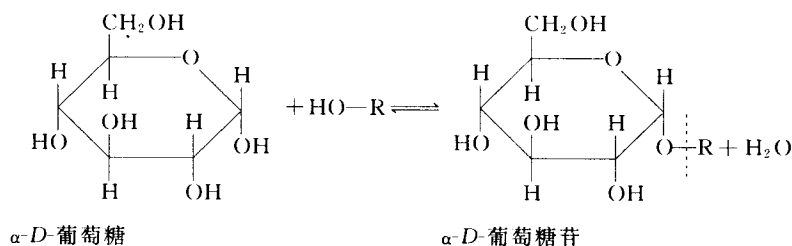
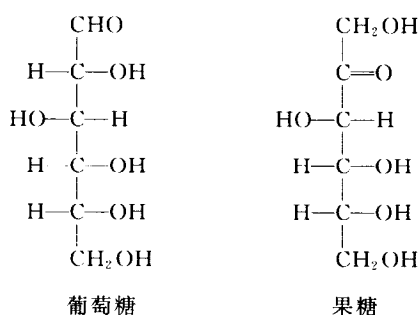


图 1-1 葡萄糖、果糖、蔗糖的结构式

化学上的“糖”(特别是单、双糖)基本上均有甜味。甜味的测量是以蔗糖作为基准物质,规定以 5%或 10%的蔗糖液在 20℃时甜度为 1。由于比甜度的测定是主观评价,因此糖的甜度是多数品尝者品尝结果的统计值,果糖为 1.5,木糖醇为 1.25,葡萄糖为 0.7,半