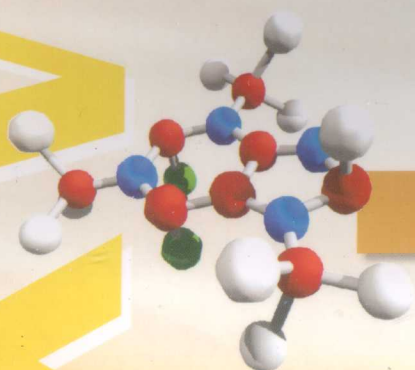


大学预科系列教材

化学

HUAXUE

暨南大学华文学院预科部 编



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

大学预科系列教材

化学

HUAXUE

暨南大学华文学院预科部 编

主编 李志红

编者 李志红 谢晓华



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

化学/暨南大学华文学院预科部编. —广州: 暨南大学出版社, 2010. 8
(大学预科系列教材)

ISBN 978 - 7 - 81135 - 598 - 7

I. ①化… II. ①暨… III. 化学课—高中—教材 IV. ①G634. 81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 158312 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 广州市至元印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 17

字 数: 443 千

版 次: 2010 年 8 月第 1 版

印 次: 2010 年 8 月第 1 次

印 数: 1—1000 册

定 价: 55.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

大学预科的教与学（序）

大学预科教育即大学预备教育。大学预科教育在暨南大学有着悠久的历史。早在20世纪20年代，当时的国立暨南大学就专为海外学生（当时主要是华人华侨学生）来华学习设立预科，为有需要的学生补习华文等科目，以为进入大学阶段的专业学习奠定必要的专业基础，深受海外学生的欢迎。20世纪80年代以来，暨南大学的预科教育随着大学教育改革的深化，无论是教学水平和质量，还是办学规模与社会效益，又有了很大发展，为大学各专业输送了一批又一批优秀的本科学生。因此，暨南大学预科也成为港澳台及海外华人华侨学生与其他外国留学生进入大学前预科学习的热门选择。

大学预科教育作为高等教育的预备阶段，无疑是高等教育不可或缺的一个组成部分，因而它也是高等教育学科不可或缺的一个分支学科，我们可以把它命名为“大学预科教育学”。大学预科教育有自身特殊的教育规律，有自身特殊的教育对象、内容与方式，这些都是需要从理论到实践进行深入研究和探讨的。在世界范围内，大学预科教育有着悠久的历史，迄今仍在蓬勃发展，而且有着多种多样的形式和内容。如有的只是一种语言教育，称为语言预科，是专门为进入大学专业学习但语言水平尚不达标的学生而设立的；有的只是某专业的补习教育，是专为进入大学某特殊专业学习但专业基础尚达不到大学该专业基础要求的学生而设立的，如艺术预科教育等；有的是一种大学文、理科基础文化知识的综合教育，是专为进入大学文科或理科某专业学习但其文化基础知识尚欠缺的学生而设立的，暨南大学的预科教育就是这样的一种预科教育。多年来，暨南大学预科部的专家学者为此付出了许多艰辛的努力和劳动，认真总结国内外各类预科教育教学的经验和做法，探索出了一条暨南大学预科教育教学的新路子，不仅在人才培养方面取得了很大成绩，而且在大学预科教育学科建设、理论研究、教材编写、教学实践、学生专业指导等方面也取得了丰硕成果。本套“大学预科系列教材”就是暨南大学预科部几代专家学者多年来共同努力的结晶，是长期预科教育经验的总结，是多年来预科教育改革发展的结果，其系统性、科学性、创新性和实用性融为一体，必将为广大预科学生的学习又提供一套优秀的教科书，也必然受到预科师生们的欢迎。

集国内外大学预科教育的经验，可以看出，大学预科教育应根据学习者的实际需要安排教学计划，学生缺什么就补什么，一切为了学生进入大学专业学习做准备。即便是文科或理科的综合性预科教育，也应该根据学生不同的文化程度和知识水平，根据其进入大学学习所选择的专业要求，有所侧重，有的放矢，有针对性地进行教学，确实为其进入大学某专业学习奠定坚实的专业基础。比如有的学生中文水平低一些，

预科学习阶段就应该多补一些中文；有的学生英文水平低一些，预科学习阶段就应该多补一些英文；有的学生数学水平低一些，预科学习阶段就应该多补一些数学……总之，学生缺什么就应该补什么。这是大学预科教育的基本规律，也是大学预科教育的基本要求。同时，大学预科教育也是一种素质教育，为学生进入大学阶段的学习打下良好的素质基础，以便使学生进入大学后尽快地适应大学的学习方式与生活方式，培养创新性学习思维，养成良好的学习习惯与生活习惯，学会与人沟通，培养参与校园文化活动及社会活动能力，培养健康的心理素质和积极的社会实践动手能力。这既是对预科教育教学提出的基本要求，同时也是对广大预科学生学习提出的一般要求。教与学是相辅相成的，所谓教学相长是也。大学预科教育教学也必须教学相长，才能真正实现大学预科教育的目的。

教材既是教育思想的反映，又是教学对象特点与要求的反映，同时也是教学法观念的体现。大学预科教材亦是如此。教材在教学的全过程中发挥着重要作用。教师在教学过程中要认真研究教材，吃透教材，灵活运用教材，指导学生用好教材，学好教材。学生在学习过程中也要学会使用教材，灵活地学习教材，做到举一反三，充分发挥教材在学习过程中的引导作用。无论教师还是学生，都要避免机械、生硬地使用教材，反对教条主义、本本主义。任何好教材都需要老师和学生的密切配合与合作，需要老师和学生的共同努力，才能真正发挥其作用，体现其价值。我们有理由相信，大学预科教育在广大预科教师与学生的共同努力下，一定会越办越好。

是为序。

贾益民

（暨南大学副校长）

2010年8月于暨南园

绪 论

一、化学学科

化学 (chemistry) 是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质及其应用的一门基础自然科学。化学学科是许多其他重要学科的基础,是现代技术进步的重要支撑学科。现代社会生活的各个方面都离不开化学,人类与化学的关系越来越密切。化学成为社会文明的重要标志。从开始用火的原始社会,到使用各种人造物质的现代社会,人类都在享用化学成果。人类的生活能够不断提高和改善,化学起了重要的作用。化学学科在与物理学、生物学、自然地理学、天文学等学科的相互渗透中,得到了迅速的发展,也推动了其他学科和技术的发展。例如,核酸化学的研究成果使今天的生物学从细胞水平提高到分子水平,建立了分子生物学;对地球、月球和其他星体的化学成分的分析,得出了元素分布的规律,发现了星际空间有简单化合物的存在,为天体演化和现代宇宙学提供了实验数据,还丰富了自然辩证法的内容。

根据当今化学学科的发展以及与天文学、物理学、数学、生物学、医学、地学等学科相互渗透的情况,化学学科分为无机化学、有机化学、物理化学、分析化学、高分子化学、核化学、生物化学等几大分支学科,其他与化学有关的边缘学科还有地球化学、海洋化学、大气化学、环境化学、宇宙化学、星际化学等。

化学由化学物质、化学变化、化学组织、化学活动、化学方法、化学语言、化学理论和化学思想等要素构成。化学科学在解决人类社会发展中面临的有关问题、提高人类的生活质量、促使人与自然和谐相处等方面发挥着重要的作用,化学为现代社会的文明和科学技术的进步,为社会的可持续发展将作出更大的贡献。正如美国化学家所认为的那样:“化学是人类进步的关键。”化学科学将与其他科学一样,为学生提供一个终身学习和全面发展的平台。

20 世纪以来,化学发展的趋势可以归纳为:由宏观向微观、由定性向定量、由稳定态向亚稳定态发展,由经验逐渐上升到理论,再用于指导设计和开创新的研究。一方面,为生产和技术部门提供尽可能多的新物质、新材料;另一方面,在与其他自然科学相互渗透的进程中不断产生新学科,并向探索生命科学和宇宙起源的方向发展。

预科化学课程是预科教育的重要组成部分,本课程对提高学生的科学素养、促进学生全面发展有着不可替代的作用。预科化学是在中学化学基础上,进一步为学生提供与化学相关的学习经历,帮助学生获得未来发展与继续深造所必需的化学知识、技能和方法,提高学生的科学探究能力。在实践中增强学生的社会责任感,学习撰写实验报告、课程论文和调查报告;引导学生认识化学对促进社会进步和提高人类生活质量的重要影响,理解科学、技术与社会的相互作用,形成科学的价值观和实事求是的科学态度;培养学生的合作精神,激发学生的创新潜能,提高学生的实践能力。为预科学生升入本科相关专业学习打好基础。

二、化学与人类文明

人类从远古时代开始,通过使用火、制造陶器、冶炼金属和提取染料等一系列化学实践活动,远离了原始单调的生活方式,逐步进入了今天的文明社会。在这个进程中,化学活动始终伴随着人类文明的进步。化学既是关于自然的科学,又是关于人的科学。现代化学不仅是认识生命过程和进化的手段,也是人类生存和获得解放的手段。化学的各个研究领域无不直接或间接地关系到人的发展问题。随着社会的进步和发展,现代化学正成为“一门满足社会需要的中心科学”,创造着现代物质文明和精神文明,深刻地影响着人的全面发展。面向 21 世纪,科学技术和生产力的发展给人类物质生活和精神生活的提高开辟了空前的美好前景,也为人类的生存和人类文明的发展提出了许多严峻的问题。如环境和环境保护问题、能源问题、发展新材料问题、与生命科学有关的问题和涉及人类生存与健康的问题等,这些都是我们需要了解和解决的重大问题。

1. 化学与社会发展

化学的价值在于它的科学精神和应用的合理性。人们在日常生活中经常接触化学物质、化学变化,若缺乏化学知识,迷信就可能流行。化学教育的普及,提高了社会的文明程度。化学的应用性对人的行为准则提出了新的内容、新的要求。一家化学工业企业,可以带来物质财富,但如果经营者只顾经济效益,不顾社会效益,任由“三废”污染环境,其伦理道德就应受到谴责。在现代社会中,人类生活的各个方面以及社会发展的各种需要都与化学有着密切的关系:是化学印染和合成纤维让我们的衣着丰富多彩;是化肥和农药的使用让人民粮满仓、菜满篮;是石灰、水泥、玻璃的制造和使用让我们有楼房万座、大厦林立;是金属冶炼、橡胶合成、石油分离让人类以车代步;化学洗涤品、食品添加剂、美容化妆品以及装饰材料,更使得人类的生活锦上添花。

2. 化学与医药

药物化学是人类与疾病在长期斗争中形成和发展起来的学科。人类使用药物的历史已经有五千多年。人类为了生存而与疾病斗争,通过自身的实践,从食物、动植物及天然矿物中寻找药物。从发现维生素 C 到阿司匹林的生产,衍生出一系列新的合成镇痛药物。目前,酶、蛋白质、基因遗传、细胞生物学、药物化学、微量元素与生物体的关系等成为生命科学中极富活力的领域。生命科学促进了医药学的发展,使我们得以根据药物对生物体作用的化学机制,以合乎逻辑的方式去寻找或合成新的药物,以替代传统的试验和不当的筛选方法。现代化学家与生理学家、医药学家的合作已为人类提供了治疗各种疾病的药物,包括酶抑制剂、抗生素(抗细菌剂和抗病毒剂)、激素、维生素、新镇痛药以及抗癌药物等。可以预期,化学科学的进步,将帮助我们进一步从分子水平上了解生命过程以及药物对生物体的作用机制;利用化学合成药物,以抑制细菌和病毒,保障人体健康。

3. 化学与营养

人们为了维持生命与健康,保证正常的生长发育和从事各项劳动,每天必须从食物中摄取一定数量的营养物质。食物中能够被人体消化吸收和利用的各种营养成分,叫营养素。除氧外,人体需要的营养素主要有糖类、脂类、蛋白质、无机盐、维生素和水等,通常称为六大营养素,它们都存在于食物中,是人体组织细胞生长、发育、修补和维持器官功能所必需的物质。例如:①糖类也称碳水化合物,是由碳、氢、氧三种元素组成,糖类是人类最重要

的能量来源。②脂类是热能的来源，是食物中产热最高的一种营养素，脂肪的化学成分是高级脂肪酸甘油酯，饱和脂肪呈固态，不饱和脂肪呈液态；科学家发现单不饱和脂肪具有降低血液胆固醇的功效，可以减少人们患冠心病、脑中风等疾病；在人的大脑中存在一种叫二十二碳六烯酸的物质，它是一种高度不饱和脂肪酸，是人体大脑不可缺少的脂肪酸，人们称之为脑黄金。③蛋白质是生物体内一切组织的基本组成单位，是由多种氨基酸构成，组成元素有碳、氢、氧、氮及少量硫、磷、铁、铜、碘、锌等。我们的皮肤、肌肉、内脏、毛发、韧带、血液等都主要是以蛋白质的形式存在的。

4. 化学与能源

能源的利用伴随着人类文明的发展。从最早的钻木取火、风能和水能到化石燃料的充分利用，到今天新能源开发，化学在能源的研究和利用过程中都扮演着重要的角色，无论是煤的充分燃烧利用还是核反应的控制和利用、化学电源的制造及太阳能电池材料的研制等都与化学有密切的联系。能源在人类社会的发展中占据重要地位，它是人类社会发展的基本条件，是发展农业、工业、科学技术和提高人民生活水平的重要的物质基础。能源开发利用的广度和深度，是衡量一个国家的科学技术和生产发展水平的主要标志之一。

能源可以分为一次能源和二次能源。一次能源是指从自然界获得，而且可以直接应用的热能或动力，通常包括煤、石油、天然气等化石燃料（又称矿物燃料）以及水能、核能、地热能、太阳能等。目前消耗量十分巨大的世界能源主要是化石燃料，其中石油、煤、天然气占总能耗的85%左右。二次能源通常是指需依靠其他能源而获得的能源，如电能、汽油、氢能等。在各种能源中，目前已应用得比较普遍的，如煤、石油、天然气、水力等称为常规能源；新近才利用的能源或正在开发研究的能源，如核裂变能、核聚变能、太阳能、氢能、地热能等称为新能源。根据能源消费后是否造成环境污染，又可分为污染型能源和清洁型能源。煤炭和石油类能源是污染型能源；水力、氢能、燃料电池和太阳能等则是清洁型能源。能源分为可再生能源（如水能、太阳能、风能等）和不可再生能源（如煤、石油、天然气、核能等）。

目前，电化学已提供了把太阳能转化为电能的实用装置，供居民、工农业和宇宙飞船使用。氢能被认为是最理想的能源，储氢材料、储氢电池研制已进入了实用阶段。人工模拟光合作用有可能光解水生成氢气以提供新的能源。开发新能源，离不开化学科学的进一步发展。

5. 化学与材料

材料科学是由化学等多学科互相渗透而诞生的，材料科学是研究材料的内部结构、各种性能及其应用的一门科学。材料是人类赖以生产和生活的物质基础，是社会进步的物质基础与先导。翻开人类文明史册，我们可以发现，材料科学的每一次重大突破都会引起生产技术的革命，给社会生产和人类生活带来巨大的变化。可以说，没有新材料就不可能发展新技术，新技术的发展也为新材料的发展创造了条件，为新材料的研究提供了巨大动力，因此生产技术的进步是和新材料的应用密切相关的。材料品种繁多，如果根据其基本化学组成分类，可分为金属材料、无机非金属（陶瓷）材料、有机高分子材料及复合材料四类。如果从使用角度来看，不论上述何种材料，都可以归纳为两大类：一类为结构材料，主要是利用它们的强度、韧性、硬度等机械性能；另一类是功能材料，是利用它们所具有的电、光、声、磁、热等功能和效应。材料的这些性能主要是由其化学组成和结构决定的。

材料、能源和信息被认为是新的产业革命的三大要素，而材料则是这些要素的物质基础。因此，具有特殊功能的新材料的研制，是当前科学研究的中心课题之一，“超导体”是近十年来最热门的研究领域之一， $\text{YBa}_2\text{Co}_3\text{O}_x$ ($x=7.5$) 被发现具有超导性，其居里温度（零电阻率起始温度） T_0 为 90K，这为在液氮（沸点 77K）冷却条件下长距离传输电能不受损失、制造大规模计算机集成电路和无摩擦的超导悬浮火车等提供了可能。近年来，在电子计算机的配合下，能够对化学键的键能、键长等键参数进行计算。通过计算，人们可以预先知道破坏分子中的某一化学键需要多少能量，从而可设法自由地打开这种化学键，把材料中不需要的部分“剪裁”掉，甚至再“接上”所需要的原子或分子，按人们的需要合成出新的分子。在探索新材料时，人们只要把新材料的性能要求“告诉”电子计算机，计算机就能帮助设计出新材料，并提出合成该新材料的合理方法，判断和推测新材料的各种性能。分子设计技术为研究化学反应、寻找新材料开辟了一条崭新的道路。目前，许多新材料的分子设计方案已初见成效。例如，新型塑料、化纤和橡胶制品的“高分子设计”，探索各种无机功能材料的“功能材料设计”，研究新型合金的“合金设计”等。分子设计创造新材料，预示着人类将要摆脱对天然材料的依赖，使材料的生产和应用发生根本性变革，其前景是非常令人激动的。

在人类文明和社会发展中，化学对工业、农业、国防和科学技术现代化有着重要的促进作用。化学科学将会在深化和丰富人们对于当今面临的重大问题的认识中，在科学的进一步发展，在今后迎接新的机遇与挑战中发挥重要的作用。

三、化学与人类健康

生命起源于无机元素，化学元素普遍存在于生物体中，并参与一切生命活动。组成人体的元素有 60 多种，其中钙、钠、钾、镁、碳、氢、氧、硫、氮、磷、氯等 11 种属必需的定量元素，集中在元素周期表的前 20 种元素内，另有铁、铜、锌、锰、钴、钒、铬、钼、硒、碘等十余种必需的微量元素。其中钙、钠、钾、镁四种元素约占人体中金属离子总量的 99% 以上。它们大多以络合物形式存在于人体之中，传递着生命所必需的各种物质，起到调节人体新陈代谢的作用。大气、水、食品及其添加剂、日用化学品、医药化学品等领域中的许多天然或合成化学品既是人体生命要素，也是人体健康的物质基础。

氮是构成蛋白质的重要元素，占蛋白质分子重量的 16% ~ 18%。蛋白质是构成细胞膜、细胞核、各种细胞器的主要成分。动植物体内的酶也是由蛋白质组成的。此外，氮也是构成核酸、脑磷脂、卵磷脂、叶绿素、植物激素、维生素的重要成分。氮在动植物生命活动中占有极其重要的地位，人们将氮称为生命元素。

钙是一种生命必需元素，也是人体中含量最丰富的大量金属元素，含量仅次于 C、H、O、N，正常人体内含钙为 1 ~ 1.25kg。每千克无脂肪组织中平均含钙 20 ~ 25g。钙是人体骨骼和牙齿的重要成分，它参与人体的许多酶反应、血液凝固，维持心肌的正常收缩，抑制神经肌肉的兴奋，巩固和保持细胞膜的完整性。缺钙会引起软骨病、神经松弛、抽搐、骨质疏松、凝血机制差、腰腿酸痛。人体每天应补充 0.6 ~ 1.0g 钙。食物中含有较丰富的钙，如动物骨、鸡蛋、鱼虾和豆类等含钙丰富。

铁是构成血红蛋白的主要成分，主要功能是把氧气输送到全身各个细胞并把 CO_2 排出体外，铁的摄入不足会引起缺铁性贫血症。含铁高的食物有动物肝脏、蛋黄、海带、紫菜、菠菜（吃含铁高的物质忌饮茶）。

磷是人体的常量元素，约占体重的1%，是体内重要化合物ATP、DNA等的组成元素。人体每天需补充0.7g左右的磷。磷在人体内主要分布于骨骼、牙齿、血液、脑、三磷酸腺苷中，其中三磷酸腺苷是人体能量仓库。含磷高的食物有肉、虾、鱼、奶、豆等。

碘是合成甲状腺激素的原料。缺碘会影响儿童的生长和智力发育，造成呆小症；成人缺碘则会引起甲状腺肿大。富含碘的食物有海带、紫菜、海参。为了身体健康，我们在日常生活中，要注意饮食的平衡，特别是要注意上述元素和其他一些微量元素（如铜、钾、镁、氟、硒、锌等）的补充，以保证某些生理功能的正常。化学科学的进步，将会帮助我们进一步从分子水平上了解生命过程以及药物对生物体的作用机制，合理地设计和合成药物，更好地保障人类的健康。

四、绿色化学与环境保护

化学在为人类作出了贡献的同时，也给环境造成了很大的污染。防止与治理污染已经成为全球备受关注的社会问题。传统的化学工业给环境带来的污染已十分严重，目前全世界每年产生的有害废物达3~4亿吨，给环境造成危害，并威胁着人类的生存。化学工业能否生产出对环境无害的化学品，甚至开发出不产生废物的工艺？有识之士提出了绿色化学的号召，并立即得到了全世界的积极响应。绿色化学是20世纪90年代出现的一个多学科交叉的研究领域。

绿色化学又称环境无害化学、环境友好化学、清洁化学，是近十年才产生和发展起来的。它涉及有机合成、催化、生物化学、分析化学等学科。绿色化学的最大特点是在始端就采用预防污染的科学手段，因此过程和终端均为零排放或零污染。绿色化学的基本主张是：化工生产要尽可能地采用无毒无害的原料；在无毒无害的条件下进行反应；反应要有较高的选择性，追求原子经济性和零排放；化工产品要对环境无害。绿色化学的核心是“原子经济化”，即充分利用反应物中的各个原子，用原子利用率衡量反应的原子经济性、高效的有机合成应最大限度地利用原料分子的每一个原子，使之结合到目标分子中达到零排放。绿色化学不仅关心原料的选择，而且还关心被选择的原料是否得到了充分利用。

绿色化学是化学发展的新阶段，它与传统化学的最大区别在于从源头上消除污染，发展不产生污染的新化学反应和化学产品。绿色化学体现了化学科学、技术和社会的相互关系和相互作用，是社会对化学科学发展的新要求，是化学科学高度发展以及社会对化学科学发展的相互作用的产物。绿色化学对于保护人类赖以生存的环境，实现人类的发展具有重要的意义。1995年诺贝尔化学奖第一次授予三位环境化学家，见下图。



Crutzen



Rowland



Molina



原子经济性的概念是 1991 年美国著名有机化学家 Trost 提出的,为此他获得了 1998 年度的“总统绿色化学挑战奖”的学术奖。绿色化学给化学家提出了一项新的挑战,国际上对此很重视。1996 年,美国设立了“总统绿色化学挑战奖”,以表彰那些在绿色化学领域中作出杰出成就的企业和科学家。绿色化学将使化学工业改变面貌,为子孙后代造福。作为新世纪的一代,要了解绿色化学、接受绿色化学,要有能力去发展新的、对环境更友好的化学,要防止化学污染,为绿色化学作出应有的贡献。

现代工业生产创造了巨大的物质财富,同时,工业“三废”(废气、废液、废渣)的排放,以及使用工业制品后的废弃物等造成了日益严重的环境污染问题。寻找净化环境的方法和对污染情况的监测,保持生态环境和自然环境的平衡与可持续发展,都离不开“化学”。寻找净化环境的方法、保护和改善环境都是化学工作者的重要任务。环境问题是全球性的问题,提高人们的环境意识,增强人们保护和改善环境的责任感,创造一个生态平衡、人与自然和谐发展的环境,造福子孙后代,是我们共同的责任。

思考题

1. 举例说明化学与社会发展的关系。
2. 什么叫绿色化学?绿色化学有什么特点?
3. 通过查阅资料、社会调查等实践活动写一篇化学与生活的课程论文。

目 录

大学预科的教与学 (序)	贾益民 (1)
绪 论	(1)
第一章 原子结构和元素周期律	(1)
第一节 原子结构	(1)
第二节 原子核外电子的运动状态和电子排布	(6)
* 道尔顿与原子学说	(11)
第三节 元素周期律和元素周期表	(12)
第四节 化学键和分子结构	(20)
* 化学键理论的建立和发展	(28)
第二章 化学量和溶液浓度	(33)
第一节 化学量	(33)
第二节 溶液的基本概念	(39)
第三节 溶液的浓度	(40)
第三章 化学反应与能量变化	(48)
第一节 化学反应热	(48)
第二节 化学反应热的计算	(51)
* 新能源	(54)
第四章 化学反应速率和化学平衡	(62)
第一节 化学反应速率	(62)
第二节 化学平衡	(65)
第三节 化学平衡常数及其计算	(69)
第四节 化学反应速率和化学平衡原理在生产中的应用	(72)



第五章 水溶液中的离子平衡	(79)
第一节 电解质	(79)
第二节 弱电解质的电离平衡	(85)
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	(90)
第四节 盐类的水解	(94)
第六章 氧化还原反应和电化学基础	(102)
第一节 氧化还原反应	(102)
第二节 原电池	(108)
第三节 化学电源	(111)
第四节 电解及其应用	(115)
第五节 金属的腐蚀及防护	(120)
第七章 元素及其化合物	(127)
第一节 卤族元素	(127)
第二节 非金属及其化合物	(136)
* 空气	(147)
第三节 碱金属	(151)
第四节 金属及其化合物	(157)
第八章 有机化合物	(175)
第一节 烷烃	(175)
* 可燃冰	(184)
第二节 烯烃和炔烃	(185)
第三节 芳香烃	(194)
第四节 卤代烃	(199)
第五节 醇和酚	(204)
* 麻醉剂	(211)
第六节 醛、酮、羧酸和酯	(212)
第七节 基本营养物质	(221)
* 2009 年诺贝尔化学奖	(227)
第九章 化学实验	(232)
第一节 化学实验基础知识	(232)



第二节 学生实验	(236)
第一单元 物质的制取	(236)
第二单元 物质的分离和提纯	(239)
第三单元 物质的检测	(244)
第四单元 探究性实验	(248)
附录 I 复习题参考答案	(252)
附录 II 酸、碱和盐的溶解性表 (20℃)	(256)
元素周期表	(257)
参考文献	(258)
后 记	(259)

第一章 原子结构和元素周期律

原子结构和元素周期律理论是在原子水平上认识物质构成的规律，是学习化学的基础和工具。本章讨论的主要内容有原子的组成、原子核外电子的排布、元素周期律、元素周期表的结构、化学键和分子结构、晶体结构和性质等。掌握了本章知识，我们就可以从本质上解释化学现象，就能比较深刻地理解物质的组成、结构、性质及其变化规律。

第一节 原子结构

一、物质的组成

物质 (matter) 是独立存在于人的意识之外的客观实在。自然科学就是以客观存在的物质世界为研究对象。世界上形形色色的物质处于永恒的运动之中，运动是物质存在的形式，没有运动，便没有物质，没有物质就不会有我们生活的大千世界。物质的微观粒子是分子、原子和离子。

1. 元素 (element)

组成宏观物质的是元素，人们把具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子称为元素。目前，人们发现并已经被公认的元素有 112 种。元素一般有两种存在形态，以单质形态存在的叫做元素的游离态，以化合物形态存在的叫做元素的化合态。元素通常用元素符号来表示，国际上采用元素的拉丁文名称的第一个大写字母来表示，如用“C”表示碳 (carbonium) 元素、“O”表示氧 (oxygenium) 元素等；如果几种元素名称的第一个字母相同，就在第一个字母后面加上元素名称中的另一个小写字母以示区别，如用“Ca”表示钙 (calcium) 元素、“Cu”表示铜 (cuprum) 元素等。

2. 分子 (molecule)

分子是保持物质化学性质的一种微粒。它是形成化合物的基本单元之一，是化合物能参与化学反应的最小部分。硫酸、水、甲烷等物质都是由分子组成的。分子处于不断的运动之中，分子之间有一定的间隔，同种物质的分子性质相同，不同种物质的分子性质不同，分子还可以再分为原子。

3. 原子 (atom)

原子是化学变化中的最小微粒，是元素能够存在的最小单元。原子也在不停地运动着。原子可以彼此通过共价键直接组成物质，这类物质属于原子晶体 (atom crystal)。如金刚石、晶体硅、二氧化硅等。物质内部的原子和原子之间也有一定的间隔。原子也可以通过共价键结合成分子再组成物质。

4. 离子 (ion)

离子是带电的原子或原子团。原子失去电子带正电荷变成阳离子 (cation)，原子得到电子带负电荷变成阴离子 (anion)。带电的原子团也有阴离子和阳离子，如高锰酸根离子 (MnO_4^-)、氢氧根离子 (OH^-)、铵根离子 (NH_4^+) 等。有些物质是由离子构成的，如食盐、氢氧化钠、硝酸钾等。

5. 元素、原子和分子的比较 (见表 1-1)

表 1-1 元素、原子和分子的比较

	元素	原子	分子
概念	具有相同核电荷数的同一类原子的总称	化学变化中的最小微粒	保持化学性质的一种微粒
含义	宏观概念，是组成物质的成分，有种类之分，没有大小、个数之分	微观概念，是构成物质的一种微粒，有种类、大小、个数之分	微观概念，是由原子构成的，有种类、大小、个数之分
应用举例	二氧化碳由碳元素和氧元素组成	1 个二氧化碳分子由 1 个碳原子和 2 个氧原子构成	

二、原子结构

1. 原子组成

古希腊哲学家认为原子是世间万物最小的粒子。19 世纪英国科学家道尔顿认为原子是化学元素的最小粒子，每一种元素有一种原子。到了 20 世纪初人们通过科学实验证明原子有更复杂的结构，由更小的粒子组成。

原子由原子核 (nucleus) 和核外电子 (electron) 组成 (见图 1-1)。原子核由质子 (proton) 和中子 (neutron) 组成。原子核位于原子的中心。原子很小，其直径约为 $2 \times 10^{-10} \text{ m}$ (即 0.2 nm)，而原子核更小，其直径约为 $2 \times 10^{-15} \text{ m}$ 。电子位于原子核周围的空间，原子的质量主要集中在原子核。一个质子带一个单位的正电荷，一个电子带一个单位的负电荷，中子不显电性；所以原子核所带的电荷数即核电荷数 (nuclear charge number) 是由质子数决定的。核外电子数与核内质子数相等，因此，整个原子呈电中性。

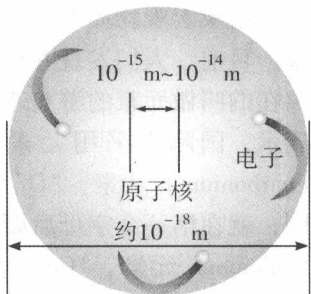


图 1-1 原子的组成

2. 原子序数 (atomic number)

按核电荷数由小到大的顺序给元素编号，这个序号叫做元素的原子序数。原子序数实际上就是质子数 (proton number)，符号为 Z 。

$$\text{原子序数}(Z) = \text{核电荷数} = \text{核内质子数} = \text{核外电子数}$$

3. 质量数 (mass number)

质子的质量是 $1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，中子的质量是 $1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，电子的质量是



$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 。由于质子和中子的质量都很小，应用和计算都不方便，所以，通常采用它们的相对质量。实验测得，作为相对原子质量标准的 $^{12}_6\text{C}$ 原子的质量是 $1.9927 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ，它的 $\frac{1}{12}$ 为 $1.6606 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。质子和中子的相对质量分别如下：

$$\begin{aligned} \text{质子相对质量} &= \frac{1.6726 \times 10^{-27}}{1.6606 \times 10^{-27}} = 1.007 \approx 1 \\ \text{中子相对质量} &= \frac{1.6748 \times 10^{-27}}{1.6606 \times 10^{-27}} = 1.008 \approx 1 \end{aligned}$$

电子的质量更小，仅是质子质量的 $\frac{1}{1836}$ 。如果忽略电子的质量，把原子核内所有的质子和中子的相对质量取近似整数值相加，所得的数值叫做质量数。如果我们用符号 A 表示质量数，用 N 表示中子数 (neutron number)。那么：

$$\text{质量数}(A) = \text{质子数}(Z) + \text{中子数}(N)$$

用符号 ^A_ZX 表示一种元素的一个原子 (X 表示元素符号)，则：

$$\text{原子} (^A_Z\text{X}) \begin{cases} \text{原子核} \begin{cases} \text{质子}(Z) \\ \text{中子}(A - Z) \end{cases} \\ \text{核外电子}(Z) \end{cases}$$

4. 核素 (nuclide) 和同位素 (isotope)

我们知道，同种元素的原子的质子数是相同的。但是它们的中子数不一定相同。例如，氢元素的原子都含一个质子，但有的氢原子不含中子，有的含 1 个中子，还有的含 2 个中子。氢的三种不同原子的组成见表 1-2。

表 1-2 氢元素的三种核素

名称	符号	中子数
氢 (氕)	^1_1H	0
重氢 (氘)	^2_1H 或 D	1
超重氢 (氚)	^3_1H 或 T	2

人们把具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子叫做核素，如 ^1_1H 、 ^2_1H 和 ^3_1H 就各为一种核素。把质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素（即同一元素的不同核素互称为同位素）。

很多元素都有同位素。例如氢元素有三种核素，也就是有三种同位素。其中 ^2_1H 、 ^3_1H 是制造氢弹的材料。铀元素有 $^{235}_{92}\text{U}$ 、 $^{236}_{92}\text{U}$ 和 $^{238}_{92}\text{U}$ 等多种核素，其中 $^{235}_{92}\text{U}$ 是制造原子弹和核反应堆的材料。碳元素有 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 和 $^{14}_6\text{C}$ 三种核素，其中 $^{12}_6\text{C}$ 作为原子量的标准， $^{14}_6\text{C}$ 用于测定文物的年代。同一元素的各种同位素虽然质量数不同，但它们的化学性质几乎完全相同。天然存在