

普通化学

罗志刚摇主编

华南理工大学出版社

· 广州 ·

内容提要

本书内容包括原子结构和分子结构、化学动力学和化学热力学、溶液和胶体、四大平衡、化学元素等各个方面。在讲述化学元素时,把化学与材料、化学与健康结合起来,着重介绍了化学知识在这些领域中的应用及其关系。

本书可作为高等农业院校和其他高等院校非化学专业本科学生的普通化学教材,也可供从事化工生产和管理、化工产品研制和开发的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学 廖志刚主编 广州:华南理工大学出版社,1994.12
I. ①普... II. ①廖... III. ①普通化学—教材 IV. ①O6

I 普...

II 廖...

III 普通化学教材

IV ①

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 陈怀芬

各地新华书店经销

中山市新华印刷厂印装

*

1994年 12月第 1版 1994年 12月第 1次印刷

开本 787mm×1092mm 1/32 印张 10.5 字数 250千字

印数 1—5000册

定价 3.50元

序

普通化学是高等农业院校的一门重要基础理论课,也是培养具有创新能力的高级农业科技人员所必备的化学素质教育课。化学是研究物质在分子层次上变化的学科。宇宙万物,包括人类的衣、食、住、行和用的东西,都是由化学元素的原子按不同种类的组合、排列而成的。农业上用的化肥、农药、塑料薄膜等都是众所周知的化学产品;土壤的改良、人工栽培技术、环境的治理,乃至基因与遗传的揭秘也离不开化学知识。面向 21 世纪的到来,世界已进入信息时代,知识经济已显端倪。为谋求社会经济与环境的协调发展,实现农业及人类社会的持续发展,现代农业将面临着新的革命。其特点是:采用农作物高产良种和向海洋等水域索取优质水产品的一场新的技术革命(即所谓的“绿色革命”和“蓝色革命”);农业将走向工业化的趋势,即综合运用现代高科技、新设备和管理方法而发展起来的一种全面机械化、自动化的技术高度密集型农业生产;努力探索把植物独具的光合作用变成实验室及工厂中的反应,实现工业化,从而彻底改变粮食生产方式,从根本上免除农药对环境的污染和天灾对农业的影响。在这场农业革命中也离不开具有较高化学素质的农业科技人员的努力。

本书在保持化学理论的系统性、科学性和先进性的基础上,把元素化学融合在人们关注的材料、健康和环境等方面来叙述,改变了传统的普通化学的编排模式,是该课程改革的一种新的尝试,我相信在教学实践中将会不断完善,将会受到广大读者的欢迎。

古国榜

1999 年 10 月于华南理工大学

(谢孟禄)摇摇(谢孟禄)

前 摇 摇 言

本书是根据最新的高等农业院校普通化学教学大纲和教学基本要求编写的,内容包括原子结构、分子结构、化学动力学、化学热力学、化学平衡、溶液、酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原反应、配位化合物、胶体、化学与材料、化学与健康等篇章。在内容的安排上,着重介绍化学的基础知识和基本理论,并注意与实际应用的结合,力求做到理论联系实际。在内容叙述上,采取从易到难、由浅入深、循序渐进的原则,便于自学。

普通化学是高等农业院校的一门重要基础理论课,它对培养高级农业科技人才有着重要的作用。因此,本书编写过程中,既注意本学科的系统性、科学性和先进性,又考虑农业科学对化学理论和知识的需求及有利于学生的素质教育和能力培养,使学生通过该课程的学习,提高科技素质和创新能力。本书适用于高等农业院校和其他高等院校非化学专业的本科学生。书中所有单位均采用法定计量单位。

本书由罗志刚主编,参加编写的教师包括(以章节先后为序):涂林梁(绪论,第十二、十三章),林祖兴(第一、二章),龚淑华(第三、四、五章),徐悦华(第六、七、八章),罗志刚(第九、十、十一章和附录)。全书由罗志刚统一整理定稿。

本书为华南农业大学“九五”规划教材,在编写和出版中得到了学校的大力支持,教务处处长叶静华同志和教材科科长姜庭红同志付出了辛勤的劳动。在本书编写过程中,无机及分析化学教研室的其他教师提出了许多宝贵的意见。高等学校工科基础化学课程教学指导小组委员、华南理工大学博士生导师古国榜教授对本书的编写给予了热情的指导,提出了许多建设性的意见,并在百忙之中为本书作序。在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 摇 者

1995年 5月于广州

目 录

绪论 (员)

摇摇一、化学的作用和地位 (员)

摇摇二、化学的发展和分支 (圆)

摇摇三、化学的任务和方向 (猿)

第一章摇原子结构 (源)

摇第一节摇玻尔理论 (源)

摇摇一、氢原子光谱 (源)

摇摇二、玻尔的氢原子模型 (缘)

摇第二节摇原子核外电子的运动状态 (缘)

摇摇一、微观粒子的波粒二象性 (远)

摇摇二、测不准原理 (远)

摇摇三、原子轨道和电子云 (苑)

摇摇四、四个量子数 (员圆)

摇第三节摇原子核外电子的排布 (员源)

摇摇一、原子轨道近似能级图 (员源)

摇摇二、核外电子排布原理 (员缘)

摇摇三、原子的电子层结构和周期系 (员远)

摇第四节摇元素性质的周期性 (圆圆)

摇摇一、原子半径 (圆圆)

摇摇二、电离能和电子亲合能 (圆猿)

摇摇三、电负性 (圆圆)

摇思考题 (圆猿)

摇习题 (圆源)

第二章摇分子结构 (圆缘)

摇第一节摇离子键 (圆缘)

摇摇一、离子键的形成 (圆缘)

摇摇二、离子键的特征 (圆缘)

摇摇三、离子的结构 (圆兀)

摇第二节摇价键理论 (圆包)

摇摇一、共价键理论的发展 (圆包)

摇摇二、价键理论要点 (圆包)

摇摇三、共价键的类型 (圆恩)

摇第三节摇杂化轨道理论 (圆恩)

摇摇一、杂化轨道理论要点 (圆恩)

摇摇二、杂化轨道类型与分子空间构型的关系	(猿园)
摇第四节摇分子轨道理论	(猿猿)
摇摇一、分子轨道理论要点	(猿猿)
摇摇二、分子轨道的类型	(猿源)
摇摇三、分子轨道的能级和键级	(猿缘)
摇摇四、电子填入分子轨道的规律	(猿云)
摇摇五、分子轨道理论应用实例	(猿云)
摇第五节摇分子极性和极化	(猿包)
摇摇一、分子的极性	(猿包)
摇摇二、分子的极化	(猿愿)
摇摇三、离子的极化	(猿怨)
摇第六节摇分子间力和氢键	(源园)
摇摇一、分子间力	(源园)
摇摇二、氢键	(源员)
摇第七节摇晶体结构	(源猿)
摇摇一、离子晶体	(源猿)
摇摇二、原子晶体	(源源)
摇摇三、分子晶体	(源源)
摇摇四、金属晶体	(源源)
摇思考题	(源缘)
摇习摇摇题	(源缘)
第三章摇化学动力学	(源包)
摇第一节摇反应速率的表示和测定	(源包)
摇摇一、反应进度	(源包)
摇摇二、瞬时速率和平均速率	(源愿)
摇摇三、反应速率的测定	(源愿)
摇第二节摇反应速率理论简介	(缘园)
摇摇一、气体分子运动论	(缘园)
摇摇二、碰撞理论	(缘员)
摇摇三、过渡状态理论	(缘圆)
摇第三节摇影响反应速率的因素	(缘源)
摇摇一、浓度对反应速率的影响	(缘源)
摇摇二、温度对反应速率的影响	(缘怨)
摇摇三、催化剂对反应速率的影响	(远员)
摇摇四、酶催化	(远猿)
摇思考题	(远猿)
摇习摇摇题	(远猿)
第四章摇化学热力学	(远云)
摇第一节摇热力学中常用的术语	(远云)
摇摇一、体系和环境	(远云)

摇摇二、状态和状态函数	(远圆)
摇摇三、过程和途径	(远苑)
摇第二节摇热力学第一定律	(远愿)
摇摇一、热和功	(远愿)
摇摇二、热力学能	(远怨)
摇摇三、能量守恒——热力学第一定律	(苑园)
摇第三节摇反应热	(苑员)
摇摇一、化学反应的热效应	(苑员)
摇摇二、反应热的测量	(苑圆)
摇摇三、盖斯定律	(苑缘)
摇摇四、标准摩尔生成焓和标准摩尔焓变	(苑苑)
摇摇五、标准摩尔燃烧焓和标准摩尔焓变	(苑怨)
摇第四节摇化学反应的自发性	(愿园)
摇摇一、自发过程	(愿园)
摇摇二、熵	(愿员)
摇摇三、自由能	(愿源)
摇思考题	(愿苑)
摇习摇摇题	(愿愿)
第五章摇化学平衡	(怨园)
摇第一节摇可逆反应与化学平衡	(怨园)
摇摇一、可逆反应	(怨园)
摇摇二、化学平衡	(怨园)
摇第二节摇平衡常数	(怨员)
摇摇一、平衡常数	(怨员)
摇摇二、平衡常数与转化率	(怨猿)
摇摇三、反应的自由能变化与热力学平衡常数	(怨源)
摇第三节摇化学平衡的移动	(怨苑)
摇摇一、浓度对平衡的影响	(怨苑)
摇摇二、压力对平衡的影响	(怨愿)
摇摇三、温度对平衡的影响	(怨怨)
摇思考题	(员园员)
摇习摇摇题	(员园员)
第六章摇溶液	(员园猿)
摇第一节摇溶液概述	(员园猿)
摇摇一、溶液的一般概念	(员园猿)
摇摇二、溶解度	(员园猿)
摇第二节摇溶液浓度表示方法	(员园缘)
摇摇一、质量分数	(员园缘)
摇摇二、物质的量浓度	(员园缘)
摇摇三、质量摩尔浓度	(员园苑)

摇摇四、摩尔分数	(页四)
摇第三节摇稀溶液的依数性	(页四)
摇摇一、水的相图及水的蒸气压	(页四)
摇摇二、溶液的蒸气压下降	(页四)
摇摇三、溶液的沸点上升	(页四)
摇摇四、溶液的凝固点下降	(页四)
摇摇五、溶液的渗透压	(页四)
摇摇六、电解质稀溶液的依数性	(页四)
摇第四节摇电解质溶液	(页四)
摇摇一、电解质的分类	(页四)
摇摇二、弱电解质溶液	(页四)
摇摇三、强电解质溶液	(页四)
摇思考题	(页四)
摇习题题	(页四)
第七章摇酸碱平衡	(页四)
摇第一节摇酸碱质子理论	(页四)
摇摇一、酸碱的定义	(页四)
摇摇二、酸碱反应	(页四)
摇第二节摇水的离子积和溶液的 酸 值	(页四)
摇摇一、水的离子积	(页四)
摇摇二、溶液的 酸 值	(页四)
摇第三节摇弱酸与弱碱的离解常数	(页四)
摇摇一、一元弱酸与弱碱的离解常数	(页四)
摇摇二、共轭酸碱对的 K_a 与 K_b 的关系	(页四)
摇摇三、多元弱酸与弱碱的离解常数	(页四)
摇第四节摇有关酸碱平衡的计算	(页四)
摇摇一、一元弱酸溶液与一元弱碱溶液	(页四)
摇摇二、多元弱酸溶液与多元弱碱溶液	(页四)
摇摇三、两性物质溶液	(页四)
摇摇四、弱酸弱碱溶液	(页四)
摇第五节摇影响酸碱平衡的因素	(页四)
摇摇一、温度的影响	(页四)
摇摇二、同离子效应	(页四)
摇摇三、异离子效应	(页四)
摇第六节摇缓冲溶液	(页四)
摇摇一、缓冲溶液及其组成	(页四)
摇摇二、缓冲溶液的缓冲原理	(页四)
摇摇三、缓冲溶液 酸 值的计算	(页四)
摇摇四、缓冲溶液的性质	(页四)
摇摇五、缓冲溶液的配制	(页四)

摇第七节摇酸碱理论的发展	(员猿园)
摇摇一、现代酸碱理论发展史上的三个里程碑	(员猿园)
摇摇二、软硬酸碱规则	(员猿缘)
摇思考题	(员猿远)
摇习摇题	(员猿苑)
第八章摇沉淀溶解平衡	(员猿怨)
摇第一节摇溶度积原理	(员猿怨)
摇摇一、溶度积	(员猿怨)
摇摇二、溶度积与溶解度的关系	(员源园)
摇第二节摇沉淀的生成与溶解	(员源员)
摇摇一、溶度积规则	(员源员)
摇摇二、沉淀的生成	(员源圆)
摇摇三、分步沉淀	(员源猿)
摇摇四、沉淀的溶解	(员源源)
摇摇五、沉淀的转化	(员源苑)
摇思考题	(员源愿)
摇习摇题	(员源怨)
第九章摇氧化还原反应	(员缘员)
摇第一节摇氧化还原的基本概念	(员缘员)
摇摇一、氧化数	(员缘员)
摇摇二、氧化和还原	(员缘圆)
摇摇三、氧化还原电对	(员缘猿)
摇第二节摇氧化还原反应方程式的配平	(员缘源)
摇摇一、氧化数法	(员缘源)
摇摇二、离子电子法	(员缘缘)
摇第三节摇原电池和电极电位	(员缘苑)
摇摇一、原电池的组成	(员缘苑)
摇摇二、电极的种类	(员缘怨)
摇摇三、电极电位和电池电动势	(员远园)
摇摇四、标准氢电极和标准电极电位	(员远园)
摇摇五、电池电动势与反应自由能变化的关系	(员远圆)
摇第四节摇影响电极电位的因素	(员远猿)
一、能斯特方程式	(员远猿)
二、浓度对电极电位的影响	(员远缘)
三、酸度对电极电位的影响	(员远远)
摇第五节摇电极电位的应用	(员远愿)
摇摇一、判断原电池的正负极和计算原电池的电动势	(员远愿)
摇摇二、判断氧化剂和还原剂的相对强弱	(员远愿)
摇摇三、判断氧化还原反应进行的方向	(员远怨)
摇摇四、判断氧化还原反应进行的次序和选择氧化剂或还原剂	(员远园)

摇摇五、判断氧化还原反应进行的程度	(页四)
摇摇六、测定难溶电解质的溶度积常数	(页四)
摇摇七、元素电位图及其应用	(页四)
摇思考题	(页四)
摇习摇摇题	(页四)
第十章摇摇配位化合物	(页四)
摇第一节摇摇配位化合物的基本概念	(页四)
摇摇一、配位化合物的组成	(页四)
摇摇二、配位化合物的命名	(页四)
摇第二节摇摇配位化合物的化学键理论	(页四)
摇摇一、价键理论	(页四)
摇摇二、晶体场理论	(页四)
摇第三节摇摇配位离解平衡	(页四)
摇摇一、稳定常数和不稳定常数	(页四)
摇摇二、配位离解平衡的移动	(页四)
摇第四节摇摇螯合物	(页四)
摇摇一、螯合物的基本概念	(页四)
摇摇二、螯合物的稳定性	(页四)
摇摇三、螯合物的应用	(页四)
摇思考题	(页四)
摇习摇摇题	(页四)
第十一章摇摇胶体	(页四)
摇第一节摇摇分散体系	(页四)
摇摇一、分散体系的分类	(页四)
摇摇二、分散度与比表面	(页四)
摇摇三、表面能	(页四)
摇第二节摇摇吸附作用	(页四)
摇摇一、固体对气体的吸附	(页四)
摇摇二、固体在溶液中的吸附	(页四)
摇第三节摇摇溶胶的性质	(页四)
摇摇一、光学性质	(页四)
摇摇二、动力学性质	(页四)
摇摇三、电学性质	(页四)
摇第四节摇摇胶团结构	(页四)
摇摇一、溶胶粒子带电的原因	(页四)
摇摇二、溶胶的扩散双电层结构	(页四)
摇摇三、溶胶的双电层和电动电位	(页四)
摇第五节摇摇溶胶的稳定性和聚沉	(页四)
摇摇一、溶胶的稳定性	(页四)
摇摇二、溶胶的聚沉	(页四)

摇第六节摇高分子化合物溶液	(圆源)
摇摇一、高分子溶液与溶胶的差异	(圆源)
摇摇二、高分子溶液的盐析作用	(圆缘)
摇摇三、高分子溶液对溶胶的保护作用和敏化作用	(圆缘)
摇第七节摇凝胶	(圆远)
摇摇一、凝胶的形成和类型	(圆远)
摇摇二、凝胶的性质	(圆苑)
摇第八节摇乳浊液和表面活性物质	(圆苑)
摇摇一、乳浊液	(圆苑)
摇摇二、表面活性物质	(圆愿)
摇摇三、乳化剂与乳浊液类型的关系	(圆怨)
摇摇四、润湿作用	(圆园)
摇思考题	(圆员)
摇习摇题	(圆员)
第十二章摇化学与材料	(圆猿)
摇第一节摇材料概述	(圆猿)
摇摇一、材料发展的历史	(圆猿)
摇摇二、化学与材料发展的关系	(圆源)
摇摇三、材料的分类	(圆缘)
摇第二节摇金属材料	(圆远)
摇摇一、金属单质的物理性质	(圆远)
摇摇二、金属单质的化学性质	(圆苑)
摇摇三、金属的钝化	(圆怨)
摇摇四、金属和合金材料概述	(圆园)
摇摇五、常见的金属和合金材料	(圆园)
摇摇六、新型金属材料	(圆远)
摇第三节摇无机非金属材料	(圆怨)
摇摇一、非金属单质和化合物的物理性质	(圆怨)
摇摇二、导电性和固体能带理论	(圆猿)
摇摇三、无机非金属材料	(圆缘)
摇第四节摇合成高分子材料	(圆缘)
摇摇一、高分子的结构和特性	(圆缘)
摇摇二、合成高分子材料	(圆愿)
摇摇三、功能高分子	(圆员)
摇第五节摇复合材料	(圆园)
摇摇一、概述	(圆园)
摇摇二、复合材料的定义和分类	(圆猿)
摇摇三、纤维增强复合材料	(圆远)
摇摇四、复合材料的性能	(圆苑)
摇摇五、复合材料的应用	(圆愿)

摇思考题	(園園)
摇习摇题	(園園)
第十三章摇化学与健康	(園園)
摇第一节摇生命必需元素及其生理功能	(園園)
摇摇一、人体中的元素分类	(園園)
摇摇二、元素在人体中的作用	(園源)
摇摇三、有毒元素的危害与促排	(園源)
摇第二节摇营养与健康	(園源)
摇摇一、糖类	(園源)
摇摇二、脂肪	(園源)
摇摇三、蛋白质	(園源)
摇摇四、维生素	(園源)
摇摇五、无机盐	(園元)
摇第三节摇环境与健康	(園元)
摇摇一、环境与生态平衡	(園元)
摇摇二、大气污染	(園元)
摇摇三、水体污染	(園元)
摇摇四、土壤污染	(園元)
摇思考题	(園園)
摇习摇题	(園園)
附摇录	(園猿)
摇附录 员摇基本物理常数	(園猿)
摇附录 圆摇法定计量单位	(園源)
摇附录 猿摇单位换算	(園元)
摇附录 源摇常用酸碱的密度和浓度(園源~ 園源元)	(園苑)
摇附录 缘摇一些物质的标准生成焓、标准生成自由能和标准熵	(園愿)
摇附录 远摇一些水合离子的标准生成焓、标准生成自由能和标准熵	(猿猿)
摇附录 苑摇酸碱的离解常数(園源~ 園源元)	(猿源)
摇附录 愿摇难溶电解质的溶度积常数(園源~ 園源元)	(猿猿)
摇附录 怨摇标准电极电位(園源元)	(猿猿)
摇附录 员园摇配离子的稳定常数(園源~ 園源元)	(猿猿)
摇附录 员员摇元素的相对原子质量(以 ¹² C 为基准)	(猿源)
摇附录 员圆摇元素周期表	

绪摇摇论

只要仔细观察一下周围的世界,你就会发现万物都处在变化之中。例如岩石风化、铁器生锈、大气污染等等都是大家熟悉的物质变化;农作物的开花结果,人的生老病死更是复杂的生命变化。变化是世界上无所不在的现象。按物质变化的特点,大致可分为两种类型,其中一类变化不产生新物质,只是改变了物质的状态,这类变化称为物理变化;另一类变化表现为一些物质转变成性质不同的另一些物质,这类变化称为化学变化。在化学变化过程中,物质的组成和结合方式都发生了改变,生成了新的物质,表现出与原物质完全不同的物理性质和化学性质。化学是一门在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。简言之,化学是以研究物质化学变化为主的科学。

摇摇一、化学的作用和地位

人类生活的各个方面、社会发展的各种需要都与化学息息相关。

先从我们的衣食住行来看,色泽鲜艳的衣料需经过化学处理和印染,丰富多彩的合成纤维更是化学的一大贡献。要装满粮袋子,丰富菜篮子,关键之一是提高化肥和农药的作用。加工制造色香味俱佳的食品,离不开各种食品添加剂,如甜味剂、防腐剂、香料、调味剂和色素等,它们大多是用化学方法合成或从天然产物中提取出来的。现代建筑所用的水泥、石灰、油漆、玻璃和塑料等材料都是化工产品。用以代步的各种现代交通工具,不仅需要汽油、柴油作动力,还需要各种汽油添加剂、防冻剂及润滑剂,这些无一不是石油化工产品。此外,人们需要的药品、洗涤剂和美容化妆品等日常生活用品也都是化学制品。可见我们的衣食住行无不与化学有关,可以说我们是生活在化学世界里。

再从社会发展来看,化学对于实现工农业、国防和科学技术现代化具有重要的作用。农业要大幅度增产,离不开化肥、农药、植物生长激素及除草剂等化学产品。高效、低污染新农药的研制,长效、复合化肥的生产,农副产品的综合利用和合理储运,均需要应用化学知识。工业和国防急需各种性能优异的金属、非金属和高分子材料。在煤、石油和天然气的开发、炼制和综合利用中包含着极为丰富的化学知识,并形成煤化学和石油化学等专门领域。导弹的生产 and 人造卫星的发射,需要很多具有特殊性能的化学产品,如高能燃料、高能电池、高敏胶片及耐高温、耐辐射材料等。

随着科学技术和生产水平的提高及新的实验手段和电子计算机的广泛应用,不仅化学学科本身有了突飞猛进的发展,而且由于化学与其他学科的相互渗透、相互交叉,也大大促进了其他基础科学和应用科学的发展和交叉学科的形成。当前国际上最受关注的几个重大问题:环境保护、能源开发利用、功能材料研究和生命奥秘探索都与化学密切相关。

总之,化学与国民经济各个部门、尖端科学技术各个领域以及人民生活各个方面都有着密切的联系。化学是一门重要的基础科学,也是一门中心科学。它不仅是化学工作者必须掌握的专业知识,也是广大国民科学知识的组成部分,更是其他自然科学的基础。

摇摇二、化学的发展和分支

化学真正被确立成为一门科学大约在 18 世纪后期。工业革命推动社会生产空前发展 ,给化学研究提供了必要的实验设备和研究课题。燃烧过程在生产中普遍应用 ,促使人们开始研究燃烧反应的实质。最初认为一切与燃烧有关的化学变化都可以归结为物质吸收或释放一种“燃素物质”的过程 ,而命名为燃素学说。直到 18 世纪后期发现氧气之后 ,法国科学家拉瓦锡 (拉瓦锡) 在实验基础上 ,证实燃烧的实质是物质和空气中的氧气发生的化合反应 ,于是氧化燃烧理论代替了燃素学说。拉瓦锡提出了化学元素概念并揭示了众所周知的质量守恒定律 ,因此拉瓦锡被公认为“化学之父”和化学科学的奠基人。

19 世纪初 ,因化学知识的积累和化学实验从定性研究到定量研究的发展 ,得出了一些关于化合物组成的规律 ,如化合物定组成定律和化合量定律。在此基础上 ,英国科学家道尔顿 (道尔顿) 认为物质是由不能再分割的原子所组成 ,原子不能创造也不能消灭 ,每种元素与其他元素化合时都是以原子为代表的最小单位进行的。道尔顿的原子论合理地解释了当时已知的一些化学定律 ,并开始了相对原子质量的测定工作 ,得到了第一张相对原子质量表 ,为化学的发展奠定了基础。化学由此进入了以原子论为主线的新时期。

道尔顿的原子论对化学发展虽有重大贡献 ,但因受当时科学技术发展水平的限制 ,认为原子不可分割且未能区分原子和分子。1808 年 ,盖·吕萨克 (盖吕萨克) 通过气体实验提出了气体简比定律 ,认为同温同压下 ,气体反应中各气体体积互成简单的整数比。这与原子不可分割的观点相对立。为解决这一矛盾 ,1808 年意大利科学家阿伏加德罗 (阿伏加德罗) 提出了分子的概念 ,认为气体分子可以由几个原子组成 ,指出同温同压下同体积气体所含分子数相等。但此分子假说直到半个世纪后才被公认。它奠定了近代化学的理论基础 ,指明了不同元素代表不同原子 ,原子按一定方式或结构组合成分子 ,分子的结构直接决定其性能 ,分子进一步组成物质。这个理论基础在化学的发展进程中不断深化和发展。元素、原子、分子和相对原子质量是现代化学科学中最基本的几个概念。

1869 年门捷列夫 (门捷列夫) 把当时已知的 63 种元素按相对原子质量与元素的物理和化学性质之间的递变规律排列起来 ,组成了一个元素周期系并找出它们的规律——元素周期律。元素周期律的发现对化学的发展 ,特别是对无机化学的系统化 ,起了决定性作用。至于元素的发现及相对原子质量的准确测定则归功于经典化学分析的建立和完善 ,也可以说它们是发现周期律的实验基础。19 世纪末到 20 世纪中叶 ,随着采矿和冶金工业的发展 ,定性化学分析的系统化 ,重量分析法和滴定分析法等逐步完善。尤其是滴定分析法 (如银量法、碘量法和高锰酸钾法) 至今仍有广泛的实用价值。现代的仪器分析法虽具有快速灵敏等优点 ,但试样的预处理及测定结果的相对标准等仍是与经典化学分析法相辅相成。

1828 年凯库勒 (凯库勒) 总结出碳原子是四价。当时 ,关于有机化合物分子中价键的饱和性已较清楚 ,不久碳原子的四面体共价键的方向性也被揭示出来。价键的饱和性和方向性的发现 ,奠定了有机立体化学。这样 ,有机合成就可以做到按图索骥而用不着单凭经验摸索了。这对有机化学的发展至关重要 ,至今它仍是有机化学最基本的概念之一。

19 世纪以前 ,化学研究与物理学和数学的发展存在一定的脱离 ,阻碍了前进的步伐。自 19 世纪中叶开始 ,运用物理学的定律研究化学体系 ,阐明化学反应进行的方向、程度和速率等基本问题 ,取得了可喜的成绩 ,这使人们看到了物理和化学结合的重要性 ,逐步形成了物理化学分支学科。

摇摇三、化学的任务和方向

19世纪末 20世纪初,物理学有了一系列重大发现(如电子、放射性和 射线等),揭示了原子的内部结构和微观世界波粒二象性,使经典力学上升为量子力学。量子力学为化学提供了分析原子和分子的电子结构的理论方法。1905年海特勒(~~勾海特勒~~德国)和伦敦(~~德海特勒~~波兰)应用量子力学方法成功地处理了氢分子中电子的运动,阐明了共价键及其饱和性和方向性的本质。在实验上,各种衍射和光谱等研究原子、分子和晶体结构的新方法层出不穷,为化学家认识原子、分子的结构和性能积累了大量的实验资料 and 一系列有指导意义的原则。化学学科进入了一个全新的发展阶段,不仅自然界中存在的未知元素逐一被发现,而且还在实验中人工合成了自然界尚不存在的元素。同时,有机化学也得到长足的发展,兴起了有机合成化学工业。到了 20世纪 70年代,随着有机化学和有机合成工业的发展,世界进入了人工合成高分子材料的新时代。

化学学科长久的任务是整理天然产物和完善周期系,不断发现和合成新的化合物,并弄清它们的结构和性质的关系,深入研究化学反应理论和寻找反应的最佳过程。这个化学学科的传统特色肯定要继续发展下去。另一方面,当今化学发展的一个特点是积极向一些与国民经济和人民生活关系密切的学科渗透,最突出的是与能源科学、环境科学、生命科学和材料科学的相互渗透。化学面临着新的需求和挑战,同时随着结构理论和化学反应理论以及计算机、激光、核磁共振和重组 ~~阅读~~ 技术等新技术的发展,化学对分子水平的掌握日益得心应手,剪裁分子之说应运而生,即按照某种特定需要,在分子水平上设计结构和进行制备,化学的研究对象也不局限于单个化合物,而把重点放在复杂一些的体系上,这样必然会促使化学更重视贯通性能、结构和制备三者之间关系的理论,增强功能意识,形成化学学科发展的新方向——分子工程学。

纵观自然科学的发展史,现代科学已经进入了这样的阶段,即把自然界的各种层次连成一个整体进行考察。离开整体联系去孤立地阐述某一现象的学问,已经不够登上现代科学宝殿的资格了。现代科学的整体化,不仅表现在自然科学内部各学科之间的渗透与综合和生长新的边缘学科,而且表现在自然科学与社会科学的交流与统一。希望读者能通过化学事例了解自然科学在社会发展中的作用和地位,自然科学和社会科学的相互依存,以利于科学文化素质的提高。

第一章原子结构

物质的性质是由物质内部的结构所决定的,而原子结构则是物质内部结构的基础。因此,要掌握物质性质及其变化的规律,首先必须学习组成各物质的原子内部的微观结构的知识。

实验证明,原子是由带正电荷的原子核和核外高速运动的带负电荷的电子所组成的。一般地,化学反应不涉及原子核的变化,只是核外电子运动状态发生了改变。因此,研究核外电子的排布情况和运动规律是本章的主要内容。在阐述原子核外电子层的构造和核外电子的运动规律过程中,科学家们根据实验现象提出了各种原子结构理论和原子模型,使得原子结构理论和原子模型不断发展与完善。

第一节玻尔理论

在原子结构理论的发展过程中,玻尔(丹麦)的氢原子结构理论起着非常重要的作用。玻尔理论是在研究氢原子光谱的基础上建立起来的。

一、氢原子光谱

当用火焰、电弧、电火花等方法灼热气体或蒸气时,它就能发出不同频率的光波,通过棱镜或光栅后,可以把它们分成一系列线条,这些线条叫做谱线,线状光谱就是这些谱线的总称。原子光谱都是线状光谱。实验表明,任何单原子气体在受激发时都会发射出线状光谱,不同元素的原子所发射的线状光谱各不相同,都有它自己特征的光谱。

氢原子光谱是最简单的原子光谱。把含有低压氢气的放电管通以高压电流,所发出的光通过分光棱镜就可以得到氢原子光谱,见图 1-1。氢原子光谱在可见光区内有比较明显的 4 条谱线。

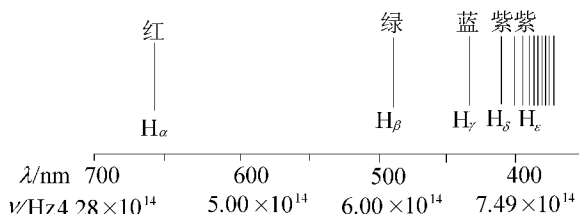


图 1-1 氢原子的可见光谱示意图

在图 1-1 左侧红外区和右侧紫外区还可以分别找到若干条谱线。这一系列谱线的频率可用下列公式表示:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (1-1)$$

式中 ν 是频率, λ 是波长, c 是光速, R_H 是里德伯常数, n_1 和 n_2 为正整数, 且 $n_2 > n_1$ 。氢原子光谱的谱线在可见光区有 4 条, 在紫外区有 3 条, 在红外区有 2 条。