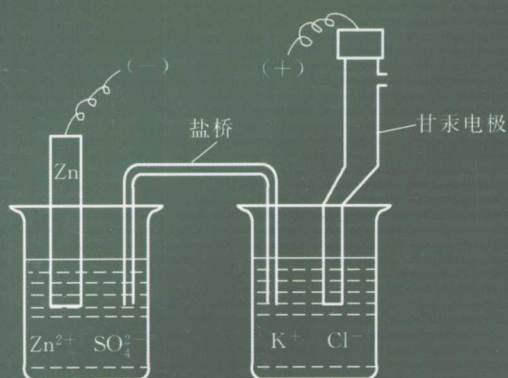




普通高等教育“十一五”规划教材
普通高等院校化学精品教材

工科化学与实验

金继红 夏 华 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等教育“十一五”规划教材
普通高等院校化学精品教材

工科化学与实验

主 编 金继红 夏 华

副主编 安黛宗 华 萍

参编者 (按姓氏笔画排列)

王群英 安黛宗 华 萍 金继红
洪建和 夏 华 廖桂英 魏昌华

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

工科化学与实验/金继红 夏 华 主编.—武汉:华中科技大学出版社,2009 年 3 月

ISBN 978-7-5609-5131-7

I. 工… II. ①金… ②夏… III. 化学实验-高等学校-教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 015163 号

工科化学与实验

金继红 夏 华 主编

策划编辑:周芬娜

责任编辑:程 芳

责任校对:刘 竣

封面设计:潘 群

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:710mm×1000mm 1/16

印张:22.25 插页:1

字数:420 000

版次:2009 年 3 月第 1 版

印次:2009 年 3 月第 1 次印刷

定价:32.00 元

ISBN 978-7-5609-5131-7/O·483

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书内容包括物质的聚集状态、化学反应进行的方向及限度、化学动力学、溶液中的离子平衡、氧化还原反应与电化学、物质结构基础、单质及无机化合物、化学与社会等理论知识,以及一部分化学实验。

本书适用于高等学校非化工类专业基础化学教学,也可供文、管类学生学习化学参考。

前言

化学是一门在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性能、应用及物质相互之间转化规律的科学,是自然科学的基础学科之一。化学研究的对象包括整个物质世界,从星际空间中元素的分布、生命的进化,到地下深处矿物的生成和利用,无不是化学研究的对象。

化学是人们认识世界、改造世界的最重要的科学工具之一。与其他学科相比,化学与工业、农业、国防等的联系更直接,与人类的生活关系更密切。化学科学不断发现和创造新的物质,化学为人类的生活及其他学科的发展提供了必需的物质基础。随着科学技术的发展,化学已愈来愈多地与其他学科相互渗透、相互交叉,大大推动了这些学科的发展,同时也为化学自身的发展开拓了新的领域,找到了新的生长点。当今化学已成为信息、能源、环境、材料、激光、生物工程、空间技术、海洋工程等新技术的重要支柱,未来社会的进步将极大地依赖于化学以及与化学有关的交叉学科的发展,现代化学正在成为一门“满足社会需要的中心科学”,化学已成为现代高科技发展和社会进步的基础和先导。

“工科化学与实验”是高等工科院校工程类专业必修的一门基础课,通过本课程的学习,学生可以比较全面、系统地了解化学的基本理论、基本知识以及一些化学实验基本操作技术,了解化学与环境、化学与材料、化学与能源、化学与生命等相关知识,为今后继续学习和工作打下必要的化学基础。另外,化学科学的发展,从元素论、原子-分子论到元素周期律和物质结构理论,都已成为自然科学在科学发展中运用科学抽象、科学假设的范例,工科大学生学习化学科学不仅仅是其所学专业的需要,而且对培养科学思维、科学方法也是极为重要的。

本书是我校多年来教学实践经验的总结,内容包括物质的聚集状态、化学反应的方向和限度、化学动力学、溶液离子平衡、氧化还原反应和电化学、物质结构基础、单质及无机化合物、化学与社会等理论知识,以及一部分基础化学实验。在编写过程中注意与中学化学的衔接,理论联系实际,概念阐述准确,深入浅出,循序渐进,便于教师教学和学生自学,适用于高等学校非化工类专业基础化学教学。

本书由金继红、夏华任主编,安黛宗、华萍任副主编,参加编写工作的有:金继红(绪论、第1章)、华萍(第2章)、魏昌华(第3、9章)、安黛宗(第4、9章)、廖桂英(第5章)、夏华(第6、9章)、王群英(第7章)、洪建和(第8章)。最后由金继红教授统编定稿。在教材的编写过程中,何明中教授给予了许多有益的帮助和审阅了部分书稿,在

此表示感谢。

本书在编写中参考了国内外出版的一些教材和著作,从中得到许多启发和教益,在此也向这些作者表示感谢。

本书的编写得到中国地质大学材料科学与化学工程学院和华中科技大学出版社的大力支持,在此一并表示感谢。

由于水平有限,本书可能存在不足甚至错误,恳请读者不吝指出。

编 者
2008 年 12 月

目 录

上 篇 大 学 化 学

绪论	(3)
0.1 化学是一门中心的、实用的和创造性的科学	(3)
0.2 化学变化的特点	(4)
0.3 化学的分支学科	(5)
0.4 工科大学化学的教学目的	(8)
第1章 物质的聚集状态	(9)
1.1 气体	(9)
1.1.1 理想气体的状态方程	(9)
1.1.2 分压定律和分体积定律	(11)
1.1.3 实际气体	(13)
1.2 液体	(14)
1.2.1 液体的蒸气压	(14)
1.2.2 液体的沸腾	(15)
1.3 溶液	(15)
1.3.1 溶液浓度表示法	(16)
1.3.2 拉乌尔定律与亨利定律	(18)
1.3.3 非电解质稀溶液的依数性	(19)
1.4 胶体	(22)
1.4.1 胶体的性质	(23)
1.4.2 胶团的结构	(24)
1.4.3 溶胶的稳定性	(25)
1.4.4 溶胶的制备和净化	(26)
1.5 固体	(28)
1.5.1 晶体的内部结构	(28)
1.5.2 晶体的分类	(30)
本章小结	(31)

思考题	(32)
习题	(33)
第2章 化学反应进行的方向及限度	(35)
2.1 基本概念	(35)
2.1.1 系统与环境	(35)
2.1.2 状态与状态函数	(36)
2.1.3 过程与途径	(36)
2.2 热力学第一定律	(36)
2.2.1 热和功	(37)
2.2.2 热力学能	(38)
2.2.3 热力学第一定律	(38)
2.3 焓	(39)
2.3.1 等容过程热效应	(39)
2.3.2 等压过程热效应与焓	(39)
2.3.3 等容过程热效应与等压过程热效应的关系	(40)
2.4 热化学——化学反应的热效应	(41)
2.4.1 反应进度	(41)
2.4.2 标准状态	(42)
2.4.3 热化学方程式	(43)
2.4.4 盖斯定律	(43)
2.4.5 热化学基本数据与反应焓变的计算	(44)
2.5 熵变与过程(反应)的方向	(46)
2.5.1 自发过程的方向性	(46)
2.5.2 反应的熵变	(47)
2.6 吉布斯函数变与反应的方向	(49)
2.6.1 吉布斯函数与反应方向的判据	(49)
2.6.2 标准摩尔生成吉布斯函数	(52)
2.6.3 化学反应等温方程	(52)
2.7 化学平衡	(53)
2.7.1 可逆反应和化学平衡	(53)
2.7.2 标准平衡常数	(54)
2.7.3 书写平衡常数式的注意事项	(54)
2.7.4 平衡常数的计算与应用	(55)
2.8 化学平衡的移动	(57)
2.8.1 浓度对化学平衡移动的影响	(57)
2.8.2 压力对化学平衡移动的影响	(58)

2.8.3 惰性气体对化学平衡移动的影响	(60)
2.8.4 温度对化学平衡移动的影响	(61)
2.8.5 平衡移动原理	(62)
本章小结	(62)
思考题	(64)
习题	(65)
第3章 化学动力学	(69)
3.1 化学反应速率	(69)
3.1.1 化学反应速率的定义及其表示方法	(69)
3.1.2 反应速率的实验测定	(70)
3.2 反应历程和基元反应	(71)
3.2.1 反应历程和基元反应	(71)
3.2.2 简单反应与复合反应	(72)
3.2.3 反应分子数	(72)
3.3 化学反应速率与浓度的关系	(72)
3.3.1 质量作用定律和反应速率常数	(72)
3.3.2 反应级数	(73)
3.4 速率方程的微积分形式及其特征	(74)
3.4.1 简单级数反应的速率方程	(74)
3.4.2 简单级数反应速率方程的确定	(79)
3.5 温度对反应速率的影响	(80)
3.5.1 温度与反应速率之间的经验关系式	(81)
3.5.2 活化能的物理意义	(82)
3.5.3 活化能对反应速率的影响	(83)
3.6 化学反应速率理论	(84)
3.6.1 简单碰撞理论	(84)
3.6.2 过渡状态理论	(85)
3.7 催化反应	(86)
3.7.1 催化剂和催化反应	(86)
3.7.2 催化反应的一般机理	(86)
3.7.3 催化剂的特性	(88)
本章小结	(88)
思考题	(89)
习题	(90)
第4章 溶液中的离子平衡	(92)
4.1 酸碱质子理论	(92)

4.1.1	质子酸、质子碱的定义	(92)
4.1.2	共轭酸碱概念及其相对强弱	(93)
4.1.3	酸碱反应的实质	(93)
4.1.4	共轭酸碱解离常数及与 $K_w^\ominus$ 的关系	(94)
4.2	弱酸和弱碱的解离平衡	(96)
4.2.1	一元弱酸、弱碱的解离平衡	(96)
4.2.2	多元弱酸、弱碱的解离平衡	(97)
4.3	缓冲溶液	(98)
4.3.1	同离子效应	(98)
4.3.2	缓冲溶液的概念	(99)
4.3.3	缓冲溶液的 pH 值计算	(99)
4.3.4	缓冲溶液的配制	(101)
4.4	沉淀-溶解平衡	(102)
4.4.1	标准溶度积	(102)
4.4.2	溶度积和溶解度之间的换算	(102)
4.4.3	溶度积规则	(103)
4.4.4	溶液的 pH 值对沉淀-溶解平衡的影响	(105)
4.4.5	分步沉淀	(107)
4.4.6	难溶电解质的转化	(107)
4.5	配位化合物的解离平衡	(109)
4.5.1	配位化合物的基本概念	(109)
4.5.2	配位化合物的命名	(111)
4.5.3	配位化合物的标准稳定常数和标准不稳定常数	(112)
4.5.4	配合平衡对沉淀反应的影响	(113)
4.5.5	配位化合物的平衡移动	(115)
	本章小结	(116)
	思考题	(118)
	习题	(118)
第 5 章	氧化还原反应与电化学	(121)
5.1	氧化还原反应	(121)
5.1.1	氧化数	(121)
5.1.2	氧化与还原	(122)
5.1.3	氧化还原反应方程式的配平	(122)
5.2	原电池	(123)
5.2.1	原电池的基本概念	(123)
5.2.2	原电池的电动势	(125)

5.3 电极电势	(126)
5.3.1 标准电极电势	(126)
5.3.2 电极电势的能斯特方程	(129)
5.4 电极电势的应用	(133)
5.4.1 判断氧化剂和还原剂的强弱	(134)
5.4.2 判断氧化还原反应进行的方向	(134)
5.4.3 判断氧化还原反应进行的程度	(136)
5.4.4 元素的标准电极电势图及其应用	(136)
5.5 实用电化学	(138)
5.5.1 电解	(138)
5.5.2 金属的电化学腐蚀与防护	(139)
5.5.3 化学电源	(141)
本章小结	(143)
思考题	(144)
习题	(145)
第6章 物质结构基础	(148)
6.1 原子结构	(148)
6.1.1 原子结构的早期模型	(148)
6.1.2 微观粒子的波粒二象性	(150)
6.1.3 现代原子结构模型	(151)
6.1.4 核外电子的排布	(156)
6.2 原子的电子结构和元素周期系	(160)
6.2.1 原子的电子层结构与周期	(160)
6.2.2 原子的电子层结构与族	(161)
6.2.3 原子的电子层结构与元素的分区	(162)
6.3 元素的性质与原子结构的关系	(163)
6.3.1 原子半径	(163)
6.3.2 电离能 I	(165)
6.3.3 电子亲和能 E_{e}	(167)
6.3.4 元素的电负性 χ	(168)
6.4 离子键	(169)
6.4.1 离子键理论	(169)
6.4.2 离子的极化作用和变形性	(171)
6.4.3 离子极化对物质结构和性质的影响	(172)
6.5 价键理论	(173)
6.5.1 价键理论的基本概念	(174)

6.5.2 共价键的特征	(174)
6.5.3 共价键的类型	(175)
6.6 杂化轨道理论	(177)
6.6.1 杂化轨道理论的基本要点	(177)
6.6.2 s-p 型杂化	(178)
6.6.3 s-p-d 型杂化	(180)
6.6.4 不等性杂化	(181)
6.6 分子轨道理论	(182)
6.6.1 分子轨道理论的要点	(182)
6.6.2 分子轨道的类型及能级次序	(183)
6.6.3 双原子分子的结构	(184)
6.7 配位化合物的结构	(186)
6.7.1 配位化合物的价键理论	(186)
6.7.2 配位化合物的晶体场理论	(189)
6.8 金属与金属键	(195)
6.8.1 自由电子理论	(196)
6.8.2 能带理论	(196)
6.9 分子间作用力和氢键	(198)
6.9.1 分子间作用力	(198)
6.9.2 氢键	(200)
本章小结	(201)
思考题	(203)
习题	(204)
第 7 章 单质及无机化合物	(208)
7.1 元素的存在状态和分布	(208)
7.2 主族元素单质的性质	(209)
7.2.1 单质的晶体结构与物理性质	(210)
7.2.2 单质的化学性质	(212)
7.2.3 稀有气体	(214)
7.3 过渡元素概论	(216)
7.3.1 过渡元素的通性	(216)
7.3.2 重要的过渡元素	(218)
7.4 镧系元素与锕系元素	(227)
7.4.1 镧系元素	(227)
7.4.2 锕系元素	(227)
7.5 氧化物和氢氧化物	(228)

7.5.1 氧化物的物理性质	(228)
7.5.2 氧化物的酸碱性及其变化规律	(229)
7.5.3 氢氧化物的酸碱性	(230)
7.6 卤化物	(232)
7.6.1 卤化物的物理性质	(232)
7.6.2 卤化物的化学性质	(234)
7.7 硫化物	(235)
7.7.1 硫化物的溶解性	(235)
7.7.2 硫化物的还原性	(237)
7.7.3 硫化物的酸性	(237)
7.8 含氧酸及其盐	(237)
7.8.1 含氧酸的酸性	(238)
7.8.2 含氧酸及其盐的热稳定性	(238)
7.8.3 含氧酸及其盐的氧化还原性	(240)
7.8.4 含氧酸盐的溶解性	(242)
7.8.5 硅酸盐	(243)
本章小结	(244)
思考题	(245)
习题	(245)
第8章 化学与社会	(248)
8.1 化学与能源	(248)
8.1.1 煤	(249)
8.1.2 石油	(252)
8.1.3 天然气	(254)
8.1.4 燃料电池	(254)
8.1.5 核能	(255)
8.1.6 太阳能和氢能	(256)
8.1.7 生物质能	(258)
8.2 化学与环境	(258)
8.2.1 大气化学	(259)
8.2.2 水的环境化学	(261)
8.2.3 化学与可持续发展	(264)
8.3 化学与新材料	(265)
8.3.1 信息功能材料	(266)
8.3.2 结构新材料	(268)
8.3.3 能源材料	(271)

8.3.4 纳米材料	(272)
8.4 化学与生命	(274)
8.4.1 生命中的化学元素	(274)
8.4.2 氨基酸、蛋白质、酶	(276)
8.4.3 核酸	(280)
本章小结	(285)
思考题	(286)

下 篇 化 学 实 验

第9章 化学实验	(289)
实验一 标准物质的称量、配制与酸碱滴定	(290)
实验二 醋酸解离度和解离常数的测定	(293)
实验三 电解质溶液	(296)
实验四 氧化还原反应与电化学	(299)
实验五 反应级数及活化能测定	(303)
实验六 磺基水杨酸铁(Ⅲ)配离子的组成和稳定常数的测定	(307)
实验七 水的净化与软化处理	(311)
实验八 常见阳离子的分离和检出	(315)
实验九 铁矿石中铁含量的测定	(319)
附录	(322)
附录 A 一些基本物理常数	(322)
附录 B 某些物质的标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数和 标准摩尔熵(298.15K)	(323)
附录 C 某些物质的标准摩尔燃烧焓(298.15K)	(328)
附录 D 一些弱电解质在水溶液中的解离常数(298.15K)	(329)
附录 E 一些配离子的稳定常数(298.15K)	(330)
附录 F 一些物质的溶度积(298.15K)	(331)
附录 G 一些电极反应的标准电极电势(298.15K)	(332)
参考答案	(334)
主要参考文献	(342)

上 篇

大学化学

绪 论

0.1 化学是一门中心的、实用的和创造性的科学

化学是一门在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性能、应用及物质相互之间转化规律的科学,是自然科学的基础学科之一。化学研究的对象包括整个物质世界,从星际空间中元素的分布、生命的进化,到地下深处矿物的生成和利用,无不是化学研究的对象。

化学是人们认识世界、改造世界的最重要的科学工具之一。人们的各种科学研究、生产活动乃至日常生活,都时时刻刻地要和化学打交道。化学为人类的生活及其他学科的发展提供了必需的物质基础,与其他学科相比,化学与工业、农业、国防等的联系更直接,与人类的生活关系更密切,开发资源、研制新材料、征服疾病、保护环境、加强国防、提高人类生活水平等都离不开化学科学。

色泽鲜艳的衣料需要经过化学处理和印染,丰富多彩的合成纤维制品琳琅满目。化肥、农药、植物生长激素和除草剂等化学新产品的不断开发促进了农产品的丰收,满足了人类对食品的需求。现代建筑所用的水泥、油漆、玻璃和塑料等材料也都是化工产品。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,以及机械部分的润滑剂,这些无一不是石油化工产品。人们需要的药品、洗涤剂和化妆品等日常生活用品也大都都是化学制剂。可见我们的衣、食、住、行无不与化学有关,可以说我们生活在化学世界里。

在能源开发和利用方面,化学工作者为人类使用煤和石油曾作出了重大贡献,现在又在为开发新能源积极努力。化学电源将是 21 世纪的重要能源之一,如锂离子电池、镍-氢电池已被人们广泛使用,燃料电池及利用太阳能和氢能源的研究工作也正是化学科学研究的前沿课题。

全球气温变暖、臭氧层破坏和酸雨是三大环境问题,正在危及着人类的生存和发展。对污染的监测、治理,寻找净化环境的方法,这些都是化学工作者的重要任务。

材料科学是以化学、物理等为基础的科学。一种新材料的问世,如高纯硅半导体材料、纳米材料、高温超导体材料、非线性光学材料和功能性高分子合成材料等等,都会带来科技的突飞猛进的发展,具有划时代的意义。新材料的研究、制备离不开化学,新材料的选用也离不开化学。