



教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

无机化学

第二版

高职高专化学教材编写组 编

高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS



教育部高职高专规划教材

无机化学

第二版

高职高专化学教材编写组 编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

无机化学/高职高专化学教材编写组编. —2版.
北京: 高等教育出版社, 2000 (2002 重印)
高职高专规划教材
ISBN 7-04-008607-7

I. 无... II. 高... III. 无机化学-高等学校: 技术
学校-教材 IV. 061

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 22435 号

无机化学(第二版)
高职高专化学教材编写组 编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588 传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

开 本	850 × 1168 1/32	版 次	1993 年 6 月第 1 版
印 张	17.125		2000 年 8 月第 2 版
字 数	430 000	印 次	2002 年 5 月第 4 次印刷
插 页	1	定 价	19.50 元

凡购买高等教育出版社图书, 如有缺页、倒页、脱页等
质量问题, 请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是在 1993 年出版的《无机化学》教材基础上修订而成的。

本书着力体现近年来高职高专化学课程教学改革成果,突出高职高专教学特点。精简了部分偏深或应用性不强的理论内容,贯彻以“必需和够用”的原则;元素化学突出“典型”和“应用”,增加了化学与环境、材料、生命和能源等密切相关的新内容。本书基本保持了第一版的体系,精选了选读材料,增加了具有启发性的思考题,书后附有习题答案。

本书可作为高职高专无机化学课程教材。

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于

高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

第二版前言

本书第一版自 1993 年出版以来,在高等工程专科学校的教学中发挥了很好的作用,受到广大师生的欢迎。随着高等教育和教学改革的深入发展,教学内容和课程体系都将随之发生变化,几年来,使用本书的许多教师也不断为本书的修订献计献策并提出许多宝贵意见。在这种情况下,于 1997 年 4 月 17 日在无锡召开的高等工程专科化学课委会会议上高等教育出版社启动了对四门化学课程教材的修订工作。在化学课委会主任周荣才校长的主持下,落实了本书修订工作的人选:由西安武警工程学院马秦儒担任主编,参加修订工作的还有上海化工高等专科学校叶秋云和江南学院王星堂。

这次修订是根据原国家教委 1996 年制订的高等工程专科无机化学课程教学基本要求进行的。与此同时,为适应迅猛发展的高等职业专科学校的需要,在修订过程中还听取了部分高等职业专科学校教师的意见。修订的基本指导思想是:从培养技术应用型人才的需要出发,进一步突出高职高专的教学特点,继续贯彻基础理论内容以“必需和够用为度”的原则,基本知识内容注重更新,使之成为适应 21 世纪高职高专教学改革需要的教材。

这次修订与第一版相比有如下变化:

1. 删减了与中学化学重复的内容,如物质的量及其单位、酸和碱、氧化数配平法、电解、原子的组成等。
2. 删减了偏离教学基本要求的内容,如酸碱的电子理论、离子晶体中的结构类型、某些物质的生产流程图等。
3. 对元素化学的内容,删减了某些非重要元素和非典型化合物的内容,强化了基本要求中指明的重要元素及典型化合物的讨

论。如删减和压缩了化学元素的自然资源、钠的工业制法、多硫化物、镉的化合物等。

4. 适当增加了某些化合物的新用途的介绍。对原书中的阅读材料内容进行了筛选、补充和更新,由原来的 28 个压缩为 8 个。

5. 将原书中的习题分成复习思考题和习题两部分,使思考题更加突出思考性、针对性和启发性,有助于学生能力的培养。

6. 对于某些不属教学基本要求但有很高参考价值的内容,如水解计算、经验平衡常数等使用小号字排印。

全书由马秦儒统稿、修改和定稿。

本书是在高等工程专科化学课委会和高等教育出版社的指导和帮助下完成的。初稿经石油大学董松琦和承德石油高等专科学校曹克广审稿,提出了许多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢。

限于编者水平,谬误之处期望广大师生在使用过程中多提宝贵意见。

编 者

1999 年 10 月

编者的话

1991年国家教委审订了高等学校工程专科无机化学课程的教学基本要求。本书的编写以此项基本要求为依据,充分注意到工程专科学校培养技术应用型人才的特点和教材内容以“必需和够用”为原则,并结合当前教学实际,着重考虑了以下两方面:

1. 精选教材内容 根据基本要求,本教材分为化学理论和元素化学两部分。按必需和够用的原则,我们首先对化学理论部分进行了精选。与目前同类型通用教材相比,物质结构部分略去了薛定谔方程、分子轨道理论、价层电子对互斥理论和晶体场理论;化学热力学的内容全部略去;其他在酸碱理论、平衡理论及氧化还原理论各章亦回避了艰深和不成熟的学说以及复杂的计算。但相应地指出了教材理论的局限性和发展方向,让学生有“学然后知不足”的感觉,以避免使知识凝固。另一方面,我们对选定内容,在保证科学性的原则下,叙述力求简洁明晰,并配以较多插图和例题,以助其理解。此外,我们也注意到各部分的起点及与中学化学的衔接。某些必要的反复,既能使内容系统清晰,又可起到“温故而求新”的作用。

元素化学部分,在体现周期系的原则下,尽量突出典型和通用的元素和化合物。但鉴于工业生产的广泛性和科学技术的迅速发展,本书对某些不常见元素及化合物(如镧系元素、锕系元素等)也作了简单介绍。此外,围绕元素化学内容还编写了一些“阅读材料”。它们不作为教学基本要求,只是开阔视野、增长知识、激发学习兴趣和培养敬业精神。

2. 加强联系实际,注意培养务实能力 本书的中心内容在元素化学。元素化学本身就是化学实际,教材中的理论是为阐述元

素化学知识服务的;而工农业中无机物质的生产和应用则是另一方面的重要实际。本书努力使这三方面互相渗透、密切结合,让元素化学既联系化学理论又注意联系生产实际,从而加强了化学基本理论和元素化学知识应用能力的训练。务实能力是工程专科学学生各项能力的基础。结合教材内容,除了注入生产意识外,对经济观点、技术安全观点、资源利用和环境保护观点等也予以适当注意,以培养技术应用型人才的务实能力。

本课程教学时数范围为 81~108 学时(包括实验)。本书按学时上限编写,作业和思考题的分量也较大,主要考虑到各校可按专业要求不同加以选用。

本书由曹素忱(主编,北京市化工局职工大学)、王载兴(上海轻工业高等专科学校)、叶秋云(上海化学工业高等专科学校)编写。全书由曹素忱统稿。

本书的主审为苏小云(华东化工学院)。参加审稿的有吴天绶(上海纺织工业高等专科学校)、徐正心(上海冶金高等专科学校)、张桂芸(承德石油高等专科学校)、曹静柏(连云港化学矿业高等专科学校)。在审稿中,他们提出了许多极为宝贵的意见,为提高本书质量作出了贡献。特别应该提出的是主审苏小云,在初审后又对修改稿再次精心复审,为本书付出了辛勤劳动。此外,本书的编写工作还得到北京理工大学曹庭礼教授的热情指导和帮助,并特为本书撰写了序言。在此,对以上各位老师表示衷心感谢。

我们对高等工程专科教材如何体现特色,达到基本要求,仅作了初步探索。限于编者水平,缺点甚至错误在所难免。恳切希望使用本书的师生和其他读者多多指正,提出修改意见。

编 者

1992 年 6 月

目 录

第一章 物质及其变化	1
第一节 物质的聚集状态	1
1-1 气体	1
1-2 液体	7
1-3 固体	9
1-4 等离子体	11
第二节 化学反应中的质量关系和能量关系	12
2-1 质量守恒定律	12
2-2 反应热效应 焓变	12
2-3 热化学方程式	13
2-4 热化学定律	16
2-5 生成热(生成焓)	17
复习思考题	20
习题	21
第二章 化学反应速率和化学平衡	24
第一节 化学反应速率	24
第二节 影响反应速率的因素	26
2-1 浓度对反应速率的影响 经验速率方程	27
2-2 温度对反应速率的影响	28
2-3 催化剂与反应速率	28
2-4 影响反应速率的其他因素	30
第三节 活化能	30
3-1 碰撞理论 活化能	30
3-2 过渡状态理论	34
第四节 化学平衡	35
4-1 可逆反应与化学平衡	35

4-2	实验平衡常数的概念	37
4-3	标准平衡常数	40
4-4	平衡常数与平衡转化率	44
第五节	化学平衡的移动	47
5-1	浓度对化学平衡的影响	47
5-2	压力对化学平衡的影响	49
5-3	温度对化学平衡的影响	51
5-4	催化剂与化学平衡	52
5-5	平衡移动原理——吕·查德里原理	52
第六节	反应速率与化学平衡的综合应用	53
	复习思考题	56
	习题	58
第三章	电解质溶液和离子平衡	63
第一节	强电解质溶液	63
第二节	水的离解和溶液的 pH	65
2-1	水的离解平衡	65
2-2	溶液的酸碱性和 pH	66
2-3	酸碱指示剂	68
第三节	弱酸、弱碱的离解平衡	69
3-1	一元弱酸、弱碱的离解平衡	69
3-2	多元弱酸的离解平衡	73
第四节	同离子效应和缓冲溶液	75
4-1	同离子效应	75
4-2	缓冲溶液	76
第五节	盐类的水解	81
5-1	盐的水解 水解常数 水解度	82
5-2	盐溶液 pH 的简单计算	86
5-3	影响水解平衡的因素	88
5-4	盐类水解平衡的移动及其应用	88
第六节	酸碱质子理论	89
6-1	酸碱定义	89
6-2	酸碱共轭关系	90

6-3	酸碱的强弱	91
6-4	酸碱反应	92
第七节	沉淀和溶解平衡	92
7-1	沉淀和溶解平衡 溶度积	93
7-2	溶解度与溶度积的相互换算	94
第八节	溶度积规则及其应用	96
8-1	溶度积规则	96
8-2	沉淀的生成	98
8-3	分步沉淀	103
8-4	沉淀的溶解	106
	复习思考题	109
	习题	112
第四章	氧化和还原	117
第一节	氧化还原反应的基本概念	117
1-1	氧化值	117
1-2	氧化还原电对	118
1-3	常见的氧化剂和还原剂	119
1-4	氧化还原反应方程式的配平	120
第二节	氧化还原反应与原电池	124
2-1	原电池的组成	124
2-2	原电池的电动势	126
第三节	电极电势	127
3-1	标准电极电势及其测定	127
3-2	影响电极电势的因素	130
第四节	电极电势的应用	135
4-1	氧化剂和还原剂的相对强弱	135
4-2	氧化还原反应进行的方向	136
4-3	氧化还原反应进行的程度	137
4-4	元素电势图及其应用	138
	[阅读材料 1] 化学电源	141
	复习思考题	146
	习题	149

第五章 原子结构与元素周期律	154
第一节 原子核外电子的运动状态	154
1-1 电子的波粒二象性	155
1-2 波函数与原子轨道	156
1-3 概率密度与电子云	158
1-4 四个量子数	160
1-5 多电子原子轨道的能级	163
第二节 原子中电子的排布	165
2-1 基态原子中电子的排布原理	165
2-2 基态原子中的电子排布	167
第三节 原子核外电子排布与元素周期律	171
3-1 周期与能级组	171
3-2 族与价层电子构型	174
3-3 周期表元素分区	175
第四节 元素性质的周期性	176
4-1 有效核电荷(Z^*)	177
4-2 原子半径(r)	178
4-3 电离能(I)	180
4-4 电子亲和能(Y)	183
4-5 电负性(χ)	184
4-6 元素的金属性与非金属性	185
4-7 元素的氧化值	185
复习思考题	186
习题	188
第六章 分子结构与晶体结构	192
第一节 共价键理论	192
1-1 共价键的形成	192
1-2 价键理论的要点	193
1-3 共价键的特征	194
1-4 共价键的类型	195
1-5 键参数	198
第二节 杂化轨道理论与分子几何构型	201

2-1	杂化理论概要	201
2-2	杂化轨道类型与分子几何构型的关系	202
第三节	分子间力与分子晶体	206
3-1	分子的极性和变形性	206
3-2	分子间力	210
3-3	氢键	214
3-4	分子晶体	215
第四节	离子键与离子晶体	217
4-1	离子键的形成和特征	217
4-2	离子的结构特征	217
4-3	离子晶体	218
第五节	离子极化	220
5-1	离子在电场中的极化	220
5-2	离子间的相互极化	221
5-3	离子极化对物质的结构和性质的影响	223
第六节	其他类型晶体	225
6-1	原子晶体	225
6-2	金属键与金属晶体	226
6-3	混合型晶体	227
	复习思考题	229
	习题	231
第七章	配位化合物	235
第一节	配位化合物的基本概念	235
1-1	配位化合物的组成	235
1-2	配位化合物的命名	237
第二节	配位化合物的结构	238
2-1	配合物中的化学键	238
2-2	杂化轨道与配合物的空间构型	238
2-3	内轨配合物与外轨配合物	241
第三节	配位化合物在水溶液中的状况	242
3-1	配位平衡	242
3-2	配位平衡的移动及其应用	246

第四节 螯合物	249
4-1 螯合物的概念	249
4-2 螯合物的特性	250
第五节 配合物形成体在周期表中的分布	251
第六节 配位化合物的应用	251
复习思考题	252
习题	254
第八章 主族金属元素(一) 碱金属和碱土金属	258
第一节 化学元素的自然资源	258
1-1 地壳中元素的分布和存在类型	258
1-2 元素资源的存在形式和提取、利用	259
第二节 碱金属	262
2-1 碱金属元素概述	262
2-2 金属钠和钾	264
2-3 碱金属的氢化物	265
2-4 碱金属的氧化物和氢氧化物	266
[阅读材料2] 生产氢氧化钠的新工艺——离子膜法	271
2-5 钠盐和钾盐	272
第三节 碱土金属	276
3-1 碱土金属元素概述	276
3-2 碱土金属的氧化物和氢氧化物	278
3-3 碱土金属的盐类	281
3-4 硬水软化和纯水制备	284
复习思考题	287
习题	288
第九章 主族金属元素(二) 铝 锡 铅 砷 锑 铋	291
第一节 p 区元素概述	291
第二节 铝	293
2-1 金属铝	293
2-2 氧化铝和氢氧化铝	296
2-3 铝盐	300
第三节 锡 铅	302

3-1	锡、铅的单质	302
3-2	锡、铅的化合物	304
3-3	含铅废水的处理	309
第四节	砷 锑 铋	309
4-1	砷、锑、铋的单质	309
4-2	砷、锑、铋的化合物	310
4-3	含砷废水的处理	315
	复习思考题	316
	习题	317
第十章	非金属元素(一) 氢 稀有气体 卤素	320
第一节	氢	320
1-1	氢的性质	320
1-2	氢的制法	321
1-3	氢的用途	322
	[阅读材料3] 氢能源的开发	322
第二节	稀有气体	324
第三节	卤素	325
3-1	卤素的单质	326
3-2	卤化氢和氢卤酸	331
3-3	卤化物	336
3-4	氯的含氧酸及其盐	339
第四节	拟卤素	344
4-1	氰的几种重要化合物	345
4-2	含氰废水的处理	346
	复习思考题	347
	习题	349
第十一章	非金属元素(二) 氧 硫 氮 磷 碳 硅 硼	352
第一节	氧及其化合物	352
1-1	氧	352
1-2	臭氧	353
1-3	过氧化氢	355
1-4	氧化物	359