



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

无机化学

● 赵 燕 主编



化学工业出版社
教材出版中心

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

无机化学

主 编 赵 燕
责任主审 戴猷元
审 稿 张 瑾

化学工业出版社
教材出版中心
·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

无机化学/赵燕主编. —北京:化学工业出版社,
2002.6

中等职业教育国家规划教材
ISBN 7-5025-3885-2

I. 无… II. 赵… III. 无机化学-专业学校-教
材 IV. 061

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040380 号

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

无 机 化 学

主 编 赵 燕

责任主审 戴猷元

审 稿 张 瑾

责任编辑:杨 菁

责任校对:蒋 宇

封面设计:于 兵

*

化学工业出版社
教材出版中心

出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 插页 1 字数 370 千字

2002 年 7 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 4 次印刷

ISBN 7-5025-3885-2/G·1039

定 价:19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

前 言

本书是中等职业学校“工业分析与检验”专业的国家规划教材。是根据教育部颁布的《无机化学教学基本要求》编写的。

《无机化学》作为素质教育的重要基础课,对于培养学生具备全面科学素质具有极其重要的作用。本书在化学基本概念、基础理论、基本分析方法、元素及化合物的结构与性质等的基础上,对人类关心的资源利用、能源开发、环境保护等问题作了介绍性的叙述;在讲解本门课所需知识的同时,注意了与后续课程的衔接,为提高学生的科学文化素养以及继续学习奠定了必要的基础。

全书由14章组成,总教学时数为210学时,其中理论授课时数为118学时,课堂练习31学时,实验40学时,机动21学时。选用部分占总学时数的30%。

本书的前一部分重点介绍化学基本概念和基本理论,力图为学生在微观世界与宏观世界间建筑桥梁,带领学生进入无机化学领域。

本书的中间部分通过对元素及化合物结构、性质、用途的介绍,引领学生进入实践、认识的奇妙旅程。

本书的“科海拾贝”、许多章节的应用部分以及最后一章的内容,有助于学生拓宽视野、了解新技术、提高科学素养。指引学生走向未来化学之路,并初步感受化学无可比拟的魔力。

本书每一章都以“学习指南”作为开篇,从应用或生活实际入手,提出本章的明确学习目标,使学生带着问题进入新知识的学习,有助于培养学生分析、解决问题的能力;章后的“思考与练习”加入社会调查、实验现象观察、趣味实验等题目,力求将研究性学习渗透其中,注重启发学生的创造性思维,鼓励学生主动获取知识、应用知识,对于培养学生理论联系实际的能力以及提高学生的学习兴趣会有一定的帮助。书中加“*”的部分作为选学内容。

全书力求在各部分都能渗透环境保护和绿色生产、绿色化工的内容,注重废弃物的回收和利用,于潜移默化中培养学生良好的环境保护意识及可持续发展的思想,引导学生关注社会。

全书由北京市皮革工业学校赵燕任主编,湖南化工学校林俊杰主审,北京市化工学校潘茂椿参与全书的策划工作。本书绪论、第1、2、4、12、14章及化学实验常识、实验1、2、3、4、6、15由赵燕执笔,第3、5章及实验5、7由广东省化工学校彭慧莲执笔,第6、10章及实验8、13由广东省化工学校赵虹云执笔,第7、8章及实验9、10、11由吉林省化工学校黄桂芝执笔,第9、11、13及实验12、14、16由西北工业学校肖练刚执笔。

教育部职业教育与成人教育司教材处、参编人员所在学校,都对教材编写给予了大力支持,编者在此一并表示真挚的感谢!

由于编者水平有限,时间又非常仓促,尽管力求做得更好,但仍然不能避免一些错误,

敬请各位读者提出宝贵意见。本书参考了大量其他专著、杂志、报刊以及网站上的内容（见参考资料），谨在此向其作者致以崇高的敬意并表示深深的感谢！

编 者

2002 年 4 月于北京

内 容 提 要

本书涵盖了教育部颁布的工业分析与检验专业的“无机化学教学基本要求”的全部知识点。介绍了化学的基本概念,物质结构的基础知识,化学反应速率和化学平衡,主要的金属和非金属元素及其化合物,电解质溶液,电化学基础知识等,并对化学能源以及新能源的开发利用做了介绍。

本书偏重于知识的应用,联系日常生活和生产、生活实际,密切关注新知识、新技术以及社会的热点问题。力求体现新时代的特点。本书供中等职业学校工业分析与检验专业师生使用,也可作为其他专业及关心化学的人士的参考用书

目 录

绪论	1
0.1 化学与社会	1
0.2 无机化学的地位、作用	2
0.3 无机化学的学习方法	2
1. 化学基本量和计算	4
1.1 物质的量	4
1.1.1 物质的量的单位——摩尔 (mol)	4
1.1.2 摩尔质量	5
1.1.3 有关物质的量的计算	6
1.2 气体摩尔体积	7
1.2.1 气体摩尔体积	8
1.2.2 有关气体摩尔体积的计算	8
1.3 物质的量浓度	9
1.3.1 溶液的概念	9
1.3.2 物质的量浓度	9
1.3.3 有关物质的量浓度的计算	10
1.3.4 溶液的配制	10
1.4 化学方程式及计算	12
1.4.1 化学方程式	12
1.4.2 根据化学方程式的计算	13
科海拾贝	14
国际单位制简介	14
阿伏加德罗定律的发现	15
思考与练习	15
2. 原子结构与化学键	18
2.1 原子的构成	18
2.1.1 原子的组成	18
2.1.2 同位素	19
2.2 原子核外电子的运动状态	20
2.2.1 电子云	20
2.2.2 原子核外电子运动状态	21
2.2.3 原子核外电子排布	23
2.3 元素周期律	25
2.3.1 元素周期律	25
2.3.2 元素周期表	27

2.3.3 元素性质递变规律·····	29
2.3.4 元素周期表的应用·····	31
2.4 化学键·····	33
2.4.1 离子键·····	33
2.4.2 共价键·····	34
2.5 分子间力与晶体·····	37
2.5.1 分子间作用力·····	37
2.5.2 晶体·····	39
* 纳米与未来 ·····	41
科海拾贝 ·····	41
一副彩牌——元素周期律的发现 ·····	41
晶体 ·····	43
思考与练习 ·····	43
3. 卤族元素 ·····	46
3.1 卤族元素的通性·····	46
3.1.1 卤族元素的原子结构·····	46
3.1.2 卤族元素的性质比较·····	46
3.2 氟气·····	47
3.2.1 氟气的物理性质·····	47
3.2.2 氟气的化学性质·····	48
3.2.3 氟气的制备及用途·····	50
3.3 氟化氢和盐酸·····	51
3.3.1 氟化氢的性质·····	51
3.3.2 氟化氢的制备及用途·····	51
3.3.3 盐酸·····	51
3.4 氟、溴、碘·····	52
3.4.1 氟、溴、碘的物理性质·····	52
3.4.2 氟、溴、碘的化学性质·····	53
3.4.3 氟、溴、碘的制备·····	54
3.4.4 氟、溴、碘的用途及其与人体健康·····	54
3.5 卤化物·····	55
3.5.1 卤化氢和氢卤酸·····	55
3.5.2 几种重要的卤化物·····	55
3.5.3 氢卤酸及可溶性卤化物的检验·····	55
科海拾贝 ·····	56
食盐的妙用 ·····	56
人体中的盐酸 ·····	57
思考与练习 ·····	57
4. 氧化还原反应 ·····	59
4.1 氧化还原反应的基本概念·····	59

4.1.1 氧化、还原	59
4.1.2 氧化剂、还原剂	60
4.2 氧化还原反应方程式	63
4.2.1 氧化还原反应方程式	63
4.2.2 氧化还原反应方程式配平	63
4.2.3 氧化还原反应的应用	65
科海拾贝	65
火柴史话	65
诺贝尔奖的一次失误	65
思考与练习	66
5. 碱金属、碱土金属	68
5.1 碱金属	68
5.1.1 碱金属元素的原子结构	68
5.1.2 碱金属元素的性质比较	68
5.2 钠及其重要化合物	69
5.2.1 钠的物理性质	69
5.2.2 钠的化学性质	69
5.2.3 钠离子的鉴定	70
5.2.4 钠的存在、制备及用途	70
5.2.5 钠的重要化合物	70
5.3 重要的碱金属化合物	72
5.3.1 焰色反应	72
5.3.2 重要的碱金属化合物	72
5.4 碱土金属	73
5.4.1 碱土金属元素的原子结构	73
5.4.2 碱土金属元素的性质比较	73
5.4.3 钙、镁及其重要化合物	73
5.4.4 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的检验	76
5.4.5 硬水及硬水软化	77
科海拾贝	80
钙与人体的健康	80
神话般的能源——反物质	80
思考与练习	81
6. 氧族元素	83
6.1 氧族元素通性	83
6.1.1 氧族元素的原子结构	83
6.1.2 氧族元素的性质比较	83
6.2 氧、臭氧、过氧化氢	83
6.2.1 氧	83
6.2.2 臭氧	84

6.2.3 过氧化氢	84
6.3 硫、硫化氢、二氧化硫	85
6.3.1 硫	85
6.3.2 硫化氢	86
6.3.3 二氧化硫	87
6.3.4 硫及其化合物与环境保护	88
6.4 硫酸	88
6.4.1 硫酸的工业制法	88
6.4.2 浓硫酸的特性	89
6.4.3 几种重要的含硫离子的检验	90
科海拾贝	91
臭氧是敌是友	91
酸雨	91
思考与练习	92
7. 化学反应速率与化学平衡	94
7.1 化学反应速率	94
7.1.1 化学反应速率	94
7.1.2 影响化学反应速率的因素	95
7.2 化学平衡	97
7.2.1 可逆反应与不可逆反应	97
7.2.2 化学平衡	98
7.2.3 化学平衡常数及计算	98
7.3 化学平衡移动	101
7.3.1 浓度对化学平衡的影响	101
7.3.2 压力对化学平衡的影响	102
7.3.3 温度对化学平衡的影响	102
7.3.4 吕·查德里原理	103
7.4 化学反应速率与化学平衡的综合考虑及应用	103
科海拾贝	104
合成氨的发明和重要意义	104
静电的利与弊	105
思考与练习	105
8. 电解质溶液	108
8.1 电解质和电离	108
8.1.1 电解质和电离	108
8.1.2 强电解质和弱电解质	109
8.2 弱电解质的电离平衡	109
8.2.1 电离平衡与电离平衡常数	109
8.2.2 有关电离平衡的计算	111
8.2.3 多元弱酸的电离平衡	112

8.3 离子方程式	113
8.3.1 离子反应和离子方程式	113
8.3.2 离子反应进行的条件	114
8.4 水的电离和溶液的 pH	115
8.4.1 水的电离和水的离子积常数	115
8.4.2 溶液的酸碱性和 pH	116
8.4.3 酸碱指示剂	117
8.5 盐类的水解	118
8.5.1 盐类的水解	118
8.5.2 影响水解的因素及水解的应用	120
8.6 缓冲溶液	120
8.6.1 同离子效应	120
8.6.2 缓冲溶液	121
8.6.3 缓冲溶液的选择和配制	121
8.6.4 缓冲溶液的应用	122
8.7 难溶电解质的沉淀溶解平衡	122
8.7.1 沉淀溶解平衡与溶度积	122
8.7.2 溶度积规则	124
8.7.3 沉淀的生成和溶解	124
科海拾贝	126
pH 值与日常生活	126
科学家吕·查德里	127
思考与练习	127
9. 电化学基础	130
9.1 原电池	130
9.1.1 原电池装置	130
9.1.2 电极反应	131
9.1.3 原电池表达式	131
9.1.4 氧化还原电对	132
9.2 电极电势	132
9.2.1 电极电势	132
9.2.2 标准电极电势的应用	133
9.3 电解及应用	135
9.3.1 电解	135
9.3.2 电解的应用	136
9.4 金属的腐蚀与防护	137
9.4.1 金属的腐蚀	137
9.4.2 金属的防护	139
科海拾贝	139
干电池的工作原理	139

日用洗涤剂与人类健康·····	140
思考与练习·····	141
10. 氮族元素·····	143
10.1 概述·····	143
10.1.1 氮族元素的原子结构·····	143
10.1.2 氮族元素的性质比较·····	143
10.2 氮·····	143
10.2.1 氮气的分子结构·····	143
10.2.2 氮气的物理性质·····	144
10.2.3 氮气的化学性质·····	144
10.2.4 氮气的用途·····	144
10.3 氨·····	144
10.3.1 氨的分子结构·····	144
10.3.2 氨的物理性质·····	144
10.3.3 氨的化学性质·····	145
10.3.4 氨的制法与用途·····	146
10.4 铵盐·····	146
10.4.1 铵盐的性质·····	146
10.4.2 铵盐的用途·····	147
10.4.3 铵离子的检验·····	147
10.5 硝酸·····	147
10.5.1 硝酸的制法·····	147
10.5.2 硝酸的物理性质·····	147
10.5.3 硝酸的化学性质·····	147
10.5.4 硝酸的用途·····	148
10.5.5 硝酸盐简介·····	148
10.6 磷及其化合物·····	149
10.6.1 磷的物理性质·····	149
10.6.2 磷的化学性质·····	149
10.6.3 磷的用途·····	150
10.6.4 磷酸及磷酸盐·····	150
科海拾贝·····	151
固氮·····	151
磷的生物作用·····	151
思考与练习·····	152
11. 碳族元素 硼族元素·····	153
11.1 概述·····	153
11.1.1 碳族元素的原子结构·····	153
11.1.2 碳族元素的性质比较·····	153
11.1.3 硼族元素的原子结构·····	154

11.1.4 硼族元素的性质比较	154
11.2 碳及其化合物	154
11.2.1 碳的存在和同素异形体	154
11.2.2 碳的化学性质	155
11.2.3 碳的氧化物及其盐的主要性质和用途	155
11.3 硼、铝、硅、铅及其重要化合物的性质和用途	157
11.3.1 硼及硼的重要化合物和用途	157
11.3.2 铝及铝的重要化合物和用途	158
11.3.3 铅及铅的重要化合物和用途	160
11.3.4 硅及硅酸盐	161
科海拾贝	162
气候变暖与人类健康	162
中国研制出世界上最细的碳纳米管	163
思考与练习	163
12. 配合物	165
12.1 配合物的基本概念	165
12.1.1 配合物的概念	165
12.1.2 配合物的组成及结构	166
12.1.3 配离子及配合物的命名	168
12.2 内配合物	168
12.2.1 内配合物的基本概念	168
12.2.2 内配合物的形成条件	169
12.2.3 常见内配合物	169
12.3 配位平衡及应用	170
12.3.1 配合物的稳定性	170
12.3.2 配位平衡	171
12.3.3 配合物的应用	172
科海拾贝	172
新型配合物	172
新材料与制造技术	173
思考与练习	173
13. 过渡元素	175
13.1 金属通性	175
13.1.1 金属通性	175
13.1.2 合金简介	177
13.2 过渡元素	177
13.2.1 过渡元素的结构特点	178
13.2.2 过渡元素的主要特性	178
13.3 过渡元素及其重要化合物	179
13.3.1 铜、银及其重要化合物	179

13.3.2 锌、汞及其化合物·····	181
13.3.3 铬及其化合物·····	182
13.3.4 锰及其化合物·····	183
13.3.5 铁及其化合物·····	184
13.4 废弃金属的回收及利用·····	185
13.4.1 废弃金属的回收·····	185
13.4.2 废弃金属的利用·····	186
科海拾贝·····	186
微量元素与人体健康·····	186
中国古代的宝刀·····	187
思考与练习·····	187
14. 能源的开发与利用·····	189
14.1 能源及利用·····	189
14.1.1 能源·····	189
14.1.2 能源的利用·····	189
14.1.3 化学电源·····	190
14.2 新能源及利用·····	192
14.2.1 新能源·····	192
14.2.2 新能源的开发前景·····	192
科海拾贝·····	193
可燃冰——人类的新能源·····	193
用核能为微型装置提供动力·····	194
思考与练习·····	195
化学实验知识·····	196
实验一 化学实验基本操作·····	198
实验二 溶液的配制和稀释·····	203
实验三 元素性质递变规律·····	204
实验四 硫酸铜晶体的制取和结晶水含量的测定·····	205
实验五 卤族元素及其重要化合物的性质·····	207
实验六 氧化还原反应·····	209
实验七 碱金属、碱土金属及重要化合物的性质·····	210
实验八 氧族元素重要化合物的性质·····	212
实验九 化学反应速率和化学平衡·····	213
实验十 电解质溶液·····	216
实验十一 缓冲溶液·····	217
实验十二 电化学基础·····	219
实验十三 氮族元素重要化合物性质·····	221
实验十四 碳族元素及化合物、硼族元素化合物的性质·····	222
实验十五 配合物·····	224
实验十六 几种重要的过渡金属元素化合物的性质·····	226

附录.....	229
附录 1 化学上常用的量及法定计量单位	229
附录 2 国家选定的非国际单位制单位 (摘录)	230
附录 3 常见酸、碱、盐的溶解性表 (293K)	230
主要参考资料.....	231

绪 论

0.1 化学与社会

仰望太空，星光闪烁，日移月行；俯视大地，山川河流，房屋树木，花草鱼虫；自然界还有风雨霜雪，电闪雷鸣……。这些奇异多彩的自然景象组成了人类生存的美好的物质世界。自然界中的万物，有的大到不可想象，有的小到无法觉察，但是从化学的角度看，它们都是由一些最简单、最基本的物质所组成的。化学是研究物质的组成、结构、性质、变化及其应用的科学。

据历史记载，中国、埃及、印度等国早在公元前就利用了不少化学知识，如金属冶炼、制造玻璃和陶器、印染等技术的应用。化学发展的初级阶段只着眼于探讨一种物质如何转变为其他物质以及如何辨别和检验物质的成分和性质等。古人用炼金、炼丹术有意识的想通过化学反应制造出使人长生不老的仙丹，并梦想着“点石成金”。虽然没有成功，却在此过程中创造了有趣的实验方法和新物质，并积累了许多物质之间相互转化的丰富知识。这些都是对化学及其工艺发展的巨大贡献。化学的发展促进了人类社会的文明与进步。

19世纪初，化学的发展进入第二阶段。大量积累的化学实验资料有待于理论上的提高，一些科学家感到只知道化学反应是原子的结合、拆散、顶替和交换及化合物中各种元素的质量比例是远远不够的。人类需要对物质的变化和性质有更深入、细致的认识，科学家们开始利用唯物主义的认知方法来解决化学问题。这个阶段先后有质量守恒定律（罗蒙诺索夫）、原子论（道尔顿）、分子论（阿伏加德罗）、盖斯定律、元素周期律（门捷列夫）等理论问世，使化学有了自己强大的武器，并奠定了化学这门科学的理论基础。无机化学从此成为一门独立的学科而开始迅速的发展。在此期间化学家韦勒首次合成了尿素，第一次在历史上证明了有机物可以用普通的化学方法从无机物制得，确立了元素靠化学力结合的概念。这些理论的建立和电解方法的广泛使用，进一步推动了欧洲的工业化革命。

进入20世纪，随着工农业生产和科学技术发展的有力推动，化学已进入蓬勃发展的第三阶段——无机化学的“复兴阶段”。人类在各种化学理论的基础上建立了规模庞大的现代化无机化学工业体系，各种化学反应规律相继被总结出来，原子能开始广泛应用于科学实验和生产实践。化学已经成为人类社会不可缺少的重要组成部分。

人类进入到信息化的21世纪，不同学科交叉渗透，各个科技领域相互交错，不时爆发出惊人的综合效果。现代科技已经进入相当迅猛的发展期，人类对物质世界的探索也在由点及面、由浅至深的发展。化学正在成为高科技发展的强大支柱，并已经渗入社会、技术和科学的各个领域。

中国的化学工业已经发展成为一个具有一定规模、行业基本齐全的工业部门。化工产品的产量迅速增长；石油化工生产突飞猛进，合成材料工业基地基本建成；用于火箭、导弹、人造地球卫星及核工业等所需的各种特殊材料已经可以独立生产。中国科