

高等学校工程专科教材

无机化学

曹素忱 (主编)

王载兴 叶秋云 编

高等教育出版社



高等学校工程专科教材

无机化学

曹素忱 (主编) 王载兴 叶秋云 编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 简 介

本书是根据国家教委审定的《高等学校工程专科无机化学课程的教学基本要求》编写的。

本书的理论部分以“必需”、“够用”为原则,略去了分子轨道理论和晶体场理论,以及化学热力学的内容,其他有关理论也尽量避免偏深偏多;元素部分突出典型和通用的元素及化合物知识的介绍。本书注意联系实际,有助于提高学生的生产意识、经济观点、技术安全观点、资源利用和环境保护的观点。

本书可作为高等学校工程专科各有关专业的教材。

高等学校工程专科教材

无 机 化 学

曹素忱 (主编)

主 裁 兴 叶秋云 编

*

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

四川省金堂新华印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 17.625 插页 1 字数 42 600

1993年6月第1版 1993年6月第1次印刷

印数 0 001—11 350

ISBN 7-04-004171-5/O·1214

定价 7.10 元

序 言

由于历史原因,我国高等工业学校无机化学课程内容自50年代始即形成了化学理论和元素化学并重的格局。后来,前者愈益膨胀,而无机化学的中心内容——元素化学反而逐渐被置于从属地位。教学实践表明:学生负担日重,其无机知识及应用能力严重不足。对于许多教法及使用本科教材的大专学校,上述弊端尤为突出。可喜的是,近年有的工科高等学校无机化学教材已经开始注意扭转这种历史性的偏向。

高等工程专科学校不同于本科,它以培养应用型人才为目标,毕业生将在生产第一线直接参加和指挥工程实践。因此,要求学习的知识有更鲜明的学以致用特色,理论必须更紧密地联系生产实际。

本书编者明鉴于此,对于原已膨胀的理论体系,切实加以删减,剔除了学习费时而用处不大以及远非成熟或后继课要学过的深过宽内容。精选了一些能说明元素及化合物性质和变化规律的理论。努力体现大专教材的基础理论以“必需”和“够用”为原则。

在元素化学部分,编者选择了典型及通用的无机物为重点,但不是按存在、制法、性质、用途的程式面面俱到地叙述,而是侧重其化学上的典型性和生产中的实用性。编者一方面注意了理论的应用(但不是单纯追求元素化学的理论化,用来激发学习兴趣和提高学习质量。实际上这种做法常常事与愿违,反易把本课程的学习导入另一歧途),另一方面则更注意与生产实际的联系。特别是,编者从元素及化合物的性质及变化规律为基础,结合化学理论来综合分析生产的实际(不少内容涉及纯化学物质的生产,其中有更

CA858101

具典型性及多样性的化学问题),这种“三结合”撰写元素化学的方式为本书的重要特点。它充分地体现学以致用原则,能有效地培养学生分析及处理无机化学问题的能力,从而能提高学生元素化学兴趣。同时,有助于体现出元素化学的中心地位和作用。

本书在精选内容和联系实际方面还存在一些问题和不足。但从我国无机化学教材建设和发展轨迹看,本教材的历史走向,无疑是开拓性的和可喜的。希望同行能更多地关心和致力于大专无机化学教材建设,为发展我国工程教育贡献力量。

曾 庭 禮

1992.8 于北京

目 录

第一章 物质及其变化	1
第一节 物质的量及其单位	1
1-1 物质的量及其单位——摩尔	1
1-2 物质的量分数(摩尔分数 x_i)	2
1-3 摩尔体积(V_m)	2
1-4 摩尔质量(M_i)	3
1-5 物质的量浓度(c_i)	3
第二节 物质的聚集状态	4
2-1 气体	4
2-2 液体	9
2-3 固体	12
2-4 等离子体	12
第三节 化学反应中的质量关系	13
3-1 质量守恒定律	13
3-2 应用化学方程式的计算	14
第四节 化学反应中的能量关系	16
4-1 反应热效应 焓变	16
4-2 热化学方程式	17
4-3 热化学定律	18
4-4 生成热(生成焓)	20
思考与作业	22
第二章 化学反应速率和化学平衡	25
第一节 化学反应速率	25
第二节 影响反应速率的因素	28
2-1 浓度对反应速率的影响 速率方程	28

2-2 温度对反应速率的影响	30
2-3 催化剂与反应速率	31
2-4 影响反应速率的其他因素	32
第三节 活化能	33
3-1 碰撞理论 活化能	33
3-2 过渡状态理论	36
第四节 化学平衡	38
4-1 可逆反应与化学平衡	38
4-2 平衡常数	40
4-3 平衡常数与平衡转化率	46
第五节 化学平衡的移动	48
5-1 浓度对化学平衡的影响	48
5-2 压力对化学平衡的影响	51
5-3 温度对化学平衡的影响	53
5-4 催化剂与化学平衡	53
5-5 平衡移动原理——吕·查德里原理	53
第六节 反应速率与化学平衡的综合应用	54
思考与作业	57
第三章 酸和碱	61
第一节 酸和碱	61
1-1 阿仑尼乌斯酸碱电离理论	61
1-2 酸碱的分类	62
第二节 强电解质溶液	63
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	65
3-1 水的电离	65
3-2 溶液的酸碱性和 pH 值	66
3-3 酸碱指示剂	68
第四节 弱酸弱碱的电离平衡	69

4-1 一元弱酸弱碱的电离平衡	69
4-2 多元弱酸的电离平衡	73
第五节 同离子效应和缓冲溶液	74
5-1 同离子效应	74
5-2 缓冲溶液	75
第六节 盐类的水解	81
6-1 盐的水解 水解常数	81
6-2 盐溶液 pH 值的计算	85
6-3 影响水解平衡的因素	87
6-4 盐类水解平衡的移动及其应用	87
第七节 酸碱理论的新发展	88
7-1 酸碱质子理论	89
7-2 酸碱电子理论	91
思考与作业	92
第四章 沉淀和溶解	95
第一节 物质的溶解性和沉淀反应	95
第二节 沉淀-溶解平衡 溶度积	96
2-1 溶度积	96
2-2 溶解度与溶度积的相互换算	97
第三节 溶度积规则及其应用	100
3-1 溶度积规则	100
3-2 沉淀的生成	101
3-3 分步沉淀	107
3-4 沉淀的溶解	111
思考与作业	113
第五章 氧化和还原	116
第一节 氧化还原反应的基本概念	116
1-1 氧化数	116

1-2 氧化还原电对	118
1-3 常见的氧化剂和还原剂	118
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	123
2-1 原电池的组成	123
2-2 原电池的电动势	125
第三节 电极电势	126
3-1 标准电极电势及其测定	126
3-2 影响电极电势的因素	129
第四节 电极电势的应用	132
4-1 氧化剂和还原剂的相对强弱	132
4-2 氧化还原反应进行的方向	133
4-3 氧化还原反应的程度	133
4-4 元素电势图及其应用	135
第五节 化学电源	138
第六节 电解	139
第七节 金属的腐蚀与防腐	140
思考与作业	143
第六章 原子结构和元素周期律	147
第一节 原子的组成	147
1-1 原子的组成	147
1-2 同位素与同量数	149
第二节 原子核外电子的运动状态	150
2-1 电子的波粒二象性	151
2-2 波函数与原子轨道	152
2-3 几率密度和电子云	153
2-4 四个量子数	154
2-5 多电子原子轨道的能级	159

第三节 原子中电子的分布	160
3-1 基态原子中电子的分布原理	160
3-2 基态原子中电子的分布	163
3-3 简单基态离子的电子分布	163
第四节 原子核外电子排布与元素周期律	168
4-1 周期与能级组	168
4-2 族与价电子构型	169
4-3 元素周期表的应用	171
第五节 元素性质的周期性	173
思考与作业	181
第七章 化学键与分子结构	185
第一节 离子键	185
1-1 离子键的形成	183
1-2 离子键的特征	183
1-3 离子的结构特征	183
第二节 价键理论	191
2-1 共价键的形成	192
2-2 电子配对法要点	193
2-3 共价键的特征	193
2-4 共价键的类型	195
第三节 键参数	199
第四节 杂化轨道理论与分子的几何构型	201
4-1 杂化轨道理论要点	202
4-2 杂化轨道类型与分子几何构型的关系	203
思考与作业	208
第八章 晶体结构	211
第一节 晶体的特征	211
第二节 离子晶体	213

2-1 离子晶体的特征	213
2-2 离子晶体中最简单的结构类型	214
2-3 晶格能	216
第三节 原子晶体	217
第四节 分子间力和分子晶体	218
4-1 分子间力	218
4-2 分子晶体	226
第五节 金属晶体	227
第六节 离子极化	228
6-1 离子在电场中的极化	228
6-2 离子间的互相极化	229
6-3 离子极化对物质结构和性质的影响	231
第七节 混合型晶体 大 π 键	233
思考与作业	235
第九章 配位化合物	237
第一节 配位化合物的基本概念	237
1-1 配位化合物的定义	237
1-2 配位化合物的组成	238
1-3 配位化合物的命名	239
第二节 配位化合物的结构	241
2-1 配合物化学键的本质	241
2-2 配离子的空间构型	244
2-3 螯合物	244
第三节 配位化合物在水溶液中的状况	247
3-1 配位平衡及平衡常数	248
3-2 配位平衡的移动及其应用	251
第四节 配位化合物的应用	257
思考与作业	258

第十章 主族金属元素(一) 碱金属和碱土金属	261
第一节 化学元素的自然资源	261
1-1 地壳内元素的分布	262
1-2 元素在地壳中的存在形式	263
1-3 生产无机物的天然原料及我国资源情况	264
1-4 元素资源的可用性及其远景估计	268
第二节 碱金属	270
2-1 碱金属元素概述	270
[阅读材料] 锂的工业价值	272
2-2 金属钠和钾	273
2-3 碱金属的氢化物	275
2-4 碱金属的氧化物和氢氧化物	276
[阅读材料] 生产氢氧化钠的新工艺——离子膜法	281
2-5 钠盐和钾盐	282
[阅读材料] 氢氧化钠和碳酸钠如何选用	288
第三节 碱土金属	291
3-1 碱土金属元素概述	291
[阅读材料] 绿宝石里的珍贵金属——铍	293
3-2 碱土金属的氧化物和氢氧化物	294
3-3 碱土金属的盐类	297
[阅读材料] 硬水的软化和纯水制备	302
思考与作业	305
第十一章 主族金属元素(二)	
铝 锡 铅 砷 锑 铋	307
第一节 p 区元素概述	307
第二节 铝	309
2-1 金属铝	309
2-2 氧化铝和氢氧化铝	312
2-3 铝盐	315

[阅读材料] 合成三氯化铝时,盐酸为什么不可以快加	319
第三节 锡 铅	319
3-1 锡、铅的单质	319
3-2 锡、铅的化合物	321
[阅读材料] 氯化亚锡为何结晶不出来	324
3-3 含铅废水的处理	328
[阅读材料] 铅蓄电池	328
第四节 砷 锑 铋	329
4-1 砷、锑、铋的单质	329
4-2 砷、锑、铋的化合物	330
4-3 含砷废水的处理	338
[阅读材料] 砷、锑、铋有毒物的应用	338
思考与作业	339
第十二章 非金属元素(一) 氢 稀有气体 卤素	341
第一节 氢	341
1-1 氢的性质	341
1-2 氢的制备	342
1-3 氢的用途	343
[阅读材料] 氢能源的开发	344
第二节 稀有气体	345
第三节 卤素	346
3-1 卤素的单质	347
[阅读材料] 如何检查氯气管道漏气	350
3-2 卤化氢和氢卤酸	353
3-3 卤化物	359
[阅读材料] 氢氟酸和氟化物的特殊性	364
3-4 卤素的含氧酸及其盐	365
[阅读材料] 漂白粉的使用	368
第四节 拟卤素	371

4-1 氰的几种重要化合物	372
4-2 含氰废水的处理	374
思考与作业	375
第十三章 非金属元素(二)	
氧 硫 氮 磷 碳 硅 硼	377
第一节 氧 臭氧 过氧化氢及氧化物	377
1-1 氧	377
1-2 臭氧	379
1-3 过氧化氢	380
1-4 氧化物	383
第二节 硫及其化合物	385
2-1 单质硫	385
2-2 硫的氧化物和含氧酸	387
[阅读材料] “酸雨”的危害不可低估	390
[阅读材料] 浓硫酸是如何酿成事故的	394
2-3 硫的含氧酸盐	395
2-4 硫化氢和硫化物	402
[阅读材料] 大量使用硫化氢的操作为什么必须两人同时上岗?	406
第三节 氮及其化合物	406
3-1 氮气	406
3-2 氨及铵盐	408
3-3 硝酸和硝酸盐	412
[阅读材料] “三酸”性质的比较	416
3-4 亚硝酸和亚硝酸盐	417
3-5 含氮氧化物废气的处理	418
第四节 磷及其化合物	419
4-1 单质磷	419
4-2 磷的氧化物	420
4-3 磷的含氧酸及其盐	421

4-4 磷的氯化物	426
[阅读材料] 化肥	427
第五节 碳 硅 硼及其化合物	429
5-1 碳及其化合物	429
5-2 硅的化合物	433
[阅读材料] 分子筛	436
5-3 硼的化合物	437
[阅读材料] 新型无机材料	440
思考与作业	441
第十四章 过渡元素(一) 铜副族和锌副族	444
第一节 过渡元素的通性	445
第二节 铜副族元素及其单质	449
第三节 铜的化合物	451
3-1 铜(I)化合物	453
3-2 铜(II)化合物	454
第四节 银的化合物	459
4-1 可溶性银盐——硝酸银	460
4-2 难溶性银盐	461
4-3 从废水、废渣中回收银	462
[阅读材料] 摄影的基本原理	463
第五节 锌副族元素及其单质	464
第六节 锌的化合物	467
6-1 氧化锌和氢氧化锌	467
6-2 锌盐	469
[阅读材料] 为什么用铁锅熔化金属锌	471
第七节 镉的化合物	471
第八节 汞的化合物	473
第九节 含镉、汞废水的处理	477
9-1 含镉废水的处理	477

9-2 含汞废水的处理	478
【阅读材料】 微量元素与人体健康	479
思考与作业	481

第十五章 过渡元素(二)

铬 锰 铁 钴 镍	483
第一节 铬及其化合物	483
1-1 金属铬	483
1-2 铬的氧化物和氢氧化物	484
1-3 铬(III)盐	486
1-4 铬(VI)盐	487
1-5 含铬废水的处理	490
【阅读材料】 我国的丰产元素——钨、钼	491
第二节 锰及其化合物	492
2-1 金属锰	492
2-2 锰(II)化合物	494
2-3 锰(IV)化合物 二氧化锰	496
2-4 锰(VII)化合物 高锰酸钾	497
【阅读材料】 “人造二氧化锰”与干电池	498
第三节 铁 钴 镍	499
3-1 铁、钴、镍的单质	499
3-2 铁系元素的氧化物和氢氧化物	501
3-3 铁盐	503
【阅读材料】 铁和钢	506
3-4 钴盐和镍盐	508
3-5 铁系元素的配位化合物	510
【阅读材料】 钛、钒及其化合物	512
第四节 希土元素和镧系元素	513
第五节 铜系元素和超铀元素	517
【阅读材料】 金属有机化合物	520

思考与作业	521
习题答案	523
附录	526
表 1 酸、碱的电离常数	526
表 2 溶度积常数(298.15K)	528
表 3 标准电极电势(298.15K)	530
表 4 配离子稳定常数(298.15K)	535
表 5 常见酸、碱水溶液的相对密度与质量百分比	535
表 6 工业常用气瓶的标志	538
表 7 常用的干燥剂	539
表 8 常用的致冷剂	540
表 9 有害物质的排放标准	541
表 10 某些物质的商品名或俗名	542
表 11 主要的化学矿物	543