

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

无机化学

上册

章梅芳 孙辰龄 编

Cr Mn Fe Co Ni

高等教育出版社

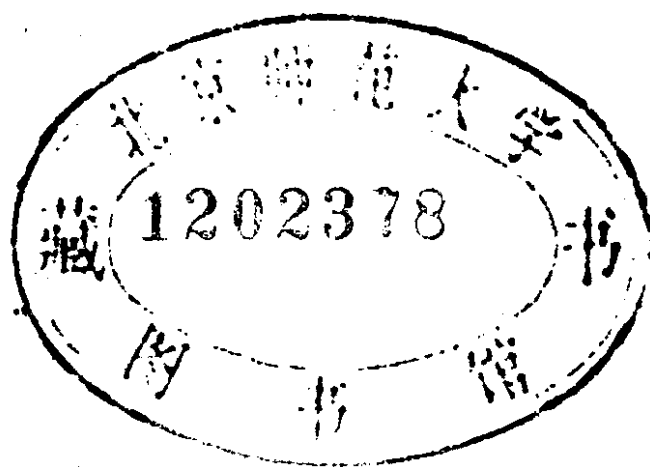
高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

无机化学

上册

章梅芳 孙辰龄 编

741178/24



高等教育出版社

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

无机化学

上册

章梅芳 孙辰龄 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 13.25 插页 1 字数 310,000

1983年8月第1版 1984年4月第1次印刷

印数 00,001—11,300

书号 13010·0913 定价 1.60 元

前 言

化学是研究物质的组成、结构、性质、变化以及变化规律的科学。由于研究的着重点不同,化学分为无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等基础学科。无机化学研究的对象是元素、单质及无机化合物的来源、制备、结构、性质、变化和应用。无机化学不仅与物理、生物、冶金、地质等科学有密切联系,而且对工农业生产有很大影响。

无机化学是地质类、选矿类、冶金类及材料类学科学生的重要基础理论课之一。本书根据无机化学内容的特点,分成三部分:

第一部分 主要讨论化学平衡原理。首先以气体为对象,研究化学平衡及有关化学反应速度等基本理论。然后应用平衡原理讨论溶液中电解质的电离、水解、沉淀和氧化还原反应。

第二部分 主要讨论原子结构、分子结构和晶体结构。逐次介绍原子核外电子分布及其与元素在周期系中位置和性质的关系;原子形成分子及分子的构型;由原子、离子、分子等微粒所组成晶体的性质,并用适当的篇幅介绍了络合物。

第三部分 按周期系的 s 、 p 、 d 、 ds 、 f 各分区讨论重要元素的单质、氯化物、硫化物、氧化物、氧化物的水合物、某些含氧酸及其他主要化合物。

第一、二部分是无机化学基本理论。第三部分是无机化学基本知识。配合实验,训练基本操作技能,加深理解和巩固基本理论和基本知识。

通过本课程学习,使学生逐步树立辩证唯物主义观点;掌握元

素、单质、无机化合物的结构、性质和化学反应的基本规律,初步具备分析和解决某些无机化学实际问题的能力。

本书采用国际单位制,对暂时与国际单位制并用的大气压单位,仍继续使用。

考虑函授生的程度不同;各专业的需要不同,本书的内容分为必读内容、某专业选读内容和参考性内容。后二类分别用带“※”号及小字标出,以便学生根据实际情况选学。

考虑函授生的学习以自学为主的特点,本书的取材力求少而精,重点内容详细陈述,并尽量结合实例、插图和表格以帮助理解。在各章开始有“内容提要”,指出学习思路和重点内容;有“学习要求”以明确目的。各章最后有“本章要点”以帮助总结;有“复习思考题”“练习题”以引导深入学习。

本教材共二十七章,分上、下二册出版。上册是基础理论部分,下册是以周期系为体系的元素及化合物部分。

本书初稿是按照一九七九年审订“冶金类无机化学教学大纲(草案)”编写的,作为钢铁学院函授试用教材。这次,按照教育部一九八二年一月颁行的“高等工业学校冶金类无机化学教学大纲”的要求,在本书初稿的基础上进行修改,并经中南矿冶学院(主审单位)张祥麟、刘承科、武汉地质学院张永巽、湖南大学胡文琼、昆明工学院刘崇雅等同志审稿,对全书的修改提出了许多有益的宝贵意见。另外,吉林工业大学陆建培同志也提出许多很好的建议,在此一并表示衷心的感谢。限于编者水平,书中错误和不妥之处在所难免,深切希望读者给予批评和指正。

编 者

1983年3月于北京

自学方法的一些说明

本课程的教学环节有自学、面授、实验、平时作业、阶段测验和期终考试。对函授读者来说，学习的成效，自学起着决定性的作用。为了帮助自学，对某些环节谈一些看法。

阅读好教材

首先阅读每阶段、每章、每节前面的简介，了解学习的内容在本章中的地位和作用。然后将指定的内容粗读一遍，使对内容有个概貌，发现难点和重点。在此基础上逐节仔细阅读，搞清各节内容，理解基本概念和理论，反复琢磨难点和重点。最后将教材前后连贯地通读一遍，整理出系统，写出简要的笔记。简言之，阅读教材大致顺序是：

粗读——细读——重点读——通读

在阅读公式、定律及理论时，要注意了解它们的引出过程、意义及应用范围

重视作业

习题是帮助巩固教材内容、培养独立分析问题和解决问题能力的重要环节。为了能使作业收到实效，一定要在复习好教材的基础上做题。解题时，先看清题意，明确已知条件及所求的量，然后根据解题所需的公式、规则或理论，列出给定的条件和所求解的量之间的关系式或步骤，再逐次进行求解。计量要求采用国际单位制。解得答案后，将全题思索一遍，由答案该得出什么结论？答案是否和所学的理论符合？这样，在解题过程中，可加深对理论的理解和巩固。因此，要求根据学习进度按时完成指定的习题。

认真作实验

无机化学实验课是验证理论的实践性环节。通过无机化学实验掌握化学的基本操作方法；培养独立思考、分析问题和解决问题的能力；明确实验和理论的关系；训练严肃认真、实事求是的科学作风。作实验前要充分预习实验内容，写出必要时的预习报告，能正确回答下列问题：

本实验达到什么目的？

如何着手进行实验？

操作实验时应该注意哪些事项？

实验预期会得到什么数据及结果？

在此基础上，才胸有成竹地进行实验。实验中要仔细观察现象，结合理论分析现象。实验后，应及时写出实验报告。如实验结果与预期的不一致时，不要自圆其说，应该首先检查操作过程是否存在问题，然后结合理论对这些现象进行讨论。

学习是一个艰苦的劳动过程。任何教科书都只是一种引导入门的资料。向书本学习是为了能获得正确处理生产实践和科学研究中遇到问题的能力。不能单纯阅读或死记硬背教材内容，而要在阅读的同时，反复思考、反复琢磨、了解每个问题的前因后果、来龙去脉，搞清每一概念和公式说明问题的实质。学完后要能较迅速地根据公式联想一些其他事实及回答出复习思考题。只有这样，才能掌握教材内容，学会思考和处理问题的方法。

学习同时又是知识积累的过程。知识的积累，并不是事实的堆积。一定要循序前进，持之以恒，一个问题接着一个问题地逐个学透，掌握它。只有这样，才能融会贯通，逐步地在知识的海洋中获得自由。

本课程基本内容的学时分配及作业安排

部分	章次	课程内容	自学 时数	面授 时数	平时作业		测验	
					题 号	时 数	题 数	时 数
		前言	1					
第一部分	一	气体	2		2, 4, 6, 8, 11, 12, 14	2		
	二	反应热效应	3		1, 3, 5, 6, 8, 9	2		
	三	化学反应速度	7	2	2, 4, 5, 7, 10, 12	2		
	四	化学平衡	7	2	2, 4, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 17, 21,	4		
	五	电解质溶液(一)	6	2	4, 6, 9, 10, 12, 14, 18, 20	3		
	六	电解质溶液(二)	5	2	1, 3, 4, 9, 10, 14	2		
	七	沉淀反应	5	2	3, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 18	3		
	八	氧化还原反应与原电池	8	4	4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 22	5		
		第一阶段测验	3				6	2
第二部分	九	原子结构	5	3	2, 9, 12, 13, 17, 18, 21	3		
	十	元素周期系与周期性	3		3, 4, 8, 19, 23	1		
	十一	化学键	6	4	3, 4, 9, 10, 13, 15	3		
	十二	分子构型与分子间力	4	2	2, 5, 11, 12, 18	1		
	十三	晶体结构	6	2	1, 7, 8, 11, 14, 19	2		
	十四	络合物	6	4	2, 4, 5, 8, 10, 13, 14, 15, 17, 19	3		
		第二阶段测验	2				6	2
第三部分	十五	氢、碱金属与碱土金属	4	1	3, 5, 9, 14	1		
	十六	稀有气体	1		2, 4	1		
	十七	卤族元素	6	2	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	3		
	十八	氧族元素	5	1	2, 3, 6, 7, 12, 13, 14, 15	2		
	十九	氮族元素	6	2	1, 3, 5, 8, 9, 13, 16, 19	3		
	廿	碳族元素	5	2	2, 6, 16, 18, 19, 23	2		
	廿一	硼族元素	3	1	4, 8, 9, 11	2		
	廿二	s及p区元素总结	3	2	4, 6, 8, 10, 12	2		
	廿三	d区元素引论	2	1				
	廿四	d区元素(一)	5	1	4, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 17	3		
	廿五	d区元素(二)	2	1	2, 3, 5, 6	2		
	廿六	ds区元素	3	1	3, 6, 8, 9, 13, 15	2		
	廿七	f区元素	3	1	1	1		
		第三阶段测验	4				6	2
		无机化学实验						40
		复习考试						20
		总计	131	45			62	302

目 录

前言	1
自学方法的一些说明	3
本课程基本内容的学时分配及作业安排	5
第一章 气体	1
§ 1 气体的通性	1
§ 2 气体状态方程式	2
2-1 气体的几个定律	2
2-2 气体状态方程式	5
§ 3 道尔顿分压定律	9
本章要点	13
复习思考题	14
练习题	14
第二章 化学反应热效应	17
§ 1 热化学反应方程式	17
§ 2 盖斯定律	19
§ 3 由生成热计算反应热效应	22
本章要点	26
复习思考题	26
练习题	26
第三章 化学反应速度	29
§ 1 反应速度的表示方法	29
1-1 平均速度	30
1-2 瞬时速度	31
§ 2 浓度对反应速度的影响	32
2-1 基元反应的速度方程——质量作用定律	32
2-2 非基元反应的速度方程	34
2-3 反应级数	35

§ 3 温度对反应速度的影响	37
§ 4 活化能	40
§ 5 催化剂对反应速度的影响	44
§ 6 多相反应简介	47
本章要点	49
复习思考题	50
练习题	51
第四章 化学平衡	54
§ 1 化学反应的可逆性	54
§ 2 平衡常数	55
2-1 平衡状态	56
2-2 平衡常数	57
§ 3 平衡计算	63
§ 4 同时平衡	67
§ 5 平衡移动	70
5-1 浓度(或分压)对平衡的影响	70
5-2 总压力对平衡的影响	73
5-3 温度对平衡的影响	76
5-4 吕·查德里原理	80
本章要点	81
复习思考题	82
练习题	83
第五章 电解质溶液(一)	88
§ 1 强电解质和弱电解质	88
1-1 电解质的分类	88
1-2 电离过程	89
1-3 电离度(α)	92
§ 2 一元弱酸和一元弱碱的电离平衡	92
2-1 一元弱酸的电离平衡	92
2-2 一元弱碱的电离平衡	93
2-3 稀释定律	95
2-4 电离平衡的简单计算	96
§ 3 同离子效应	99

§ 4 水的电离与溶液的 pH 值	103
4-1 水的离子积	104
4-2 溶液的 pH 值	105
4-3 pH 值的近似测定与指示剂	108
§ 5 多元弱酸的电离平衡	111
* § 6 强电解质溶液理论	114
6-1 表观电离度	114
6-2 有效浓度(或活度)	115
6-3 离子相互作用理论	116
6-4 缔合式电解质理论	117
本章要点	117
复习思考题	118
练习题	119
第六章 电解质溶液(二)	123
§ 1 盐类水解	123
1-1 弱酸强碱盐的水解	124
1-2 弱碱强酸盐的水解	126
1-3 弱酸弱碱盐(BA)的水解	127
1-4 多元弱酸盐的水解	129
1-5 影响水解反应的因素	131
§ 2 缓冲溶液	134
2-1 缓冲溶液的组成和原理	134
2-2 缓冲溶液的选择和配制	138
§ 3 酸碱质子理论和电子理论	140
3-1 酸碱质子理论的基本内容	141
3-2 酸碱反应	143
3-3 酸碱电子理论	145
本章要点	146
复习思考题	149
练习题	150
第七章 沉淀反应	153
§ 1 溶度积	153
1-1 溶度积常数	154

1-2 溶度积与溶解度的相互换算	156
§ 2 沉淀与溶解	158
2-1 溶度积规则	159
2-2 同离子效应	161
2-3 盐效应	162
§ 3 pH 值对沉淀反应的影响	163
3-1 pH 值与难溶金属氢氧化物之间的关系	164
3-2 pH 值与难溶金属硫化物之间的关系	165
§ 4 两种沉淀间的平衡	167
4-1 分步沉淀	167
4-2 沉淀的转化	170
本章要点	172
复习思考题	172
练习题	173

第八章 氧化还原反应与原电池

§ 1 氧化还原反应与氧化数	176
1-1 氧化数	176
1-2 氧化数与氧化还原反应	179
*1-3 氧化数法配平氧化还原反应方程式	179
§ 2 原电池	181
2-1 原电池的基本概念	182
2-2 常用的几类电极	184
§ 3 电极电位	186
3-1 电极电位的概念	186
3-2 标准氢电极的电极电位	188
3-3 标准电极电位	188
§ 4 标准电极电位表	189
4-1 标准电极电位表	190
4-2 标准电极电位表的应用	190
§ 5 元素的标准电位图	195
5-1 元素的标准电位图	195
5-2 元素标准电位图的应用	195
§ 6 影响电极电位的因素	198

6-1	能斯特方程式	198
6-2	应用能斯特方程式的注意事项	198
6-3	应用能斯特方程式计算电极电位	199
* § 7	pH-电位图	201
7-1	氢电极的 pH-电位图	201
7-2	氧电极的 pH-电位图	202
7-3	铁电极的 pH-电位图	203
§ 8	原电池的电动势与氧化还原反应	205
8-1	计算原电池电动势	205
8-2	原电池电动势与氧化还原反应进行的方向	206
8-3	原电池的标准电动势与平衡常数	207
§ 9	应用电池	210
§ 10	离子-电子法配平氧化还原反应方程式	214
	本章要点	217
	复习思考题	218
	练习题	220
	物质结构部分的学习指导	225
第九章	原子结构	227
§ 1	原子组成及光的基本性质	227
1-1	原子的组成	228
1-2	光的基本性质	229
§ 2	原子核外电子运动的状态	230
2-1	氢原子光谱	231
2-2	玻尔氢原子理论	232
2-3	电子的波、粒二象性	234
2-4	波函数的物理意义	236
§ 3	原子轨道和电子云图形	237
3-1	电子云	237
3-2	电子云界面图	237
3-3	电子云径向分布图	238
3-4	原子轨道	239
§ 4	四个量子数	241
§ 5	原子核外的轨道能级	247

5-1 氢原子及类氢离子的轨道能级	247
5-2 多电子原子轨道的能级	247
§ 6 原子核外电子的分布	251
本章要点	252
复习思考题	253
练习题	255
第十章 元素周期系和周期性	258
§ 1 周期系各元素的原子核外电子分布	259
§ 2 原子结构和元素周期系	266
§ 3 元素性质的递变规律	269
3-1 原子半径	269
3-2 电离能	272
3-3 电子亲合能	277
3-4 电负性	282
3-5 金属性和非金属性	283
本章要点	284
复习思考题	285
练习题	286
第十一章 化学键	289
§ 1 离子键	290
1-1 离子键的概念	290
1-2 离子半径	291
1-3 离子的电荷	294
1-4 离子的构型	295
§ 2 共价键	296
2-1 共价键的概念及价键结构式	297
2-2 共价键的形成条件和特性	299
2-3 共价键的类型(σ 键和 π 键)	301
2-4 共价键的键能、键长、键角和键的极性	304
* § 3 分子轨道理论	308
3-1 分子轨道的形成	308
3-2 分子轨道表示法	309
3-3 分子轨道能级	309

3-4 分子中电子分布	311
本章要点	313
复习思考题	314
练习题	315
第十二章 分子构型与分子间力	317
§ 1 杂化轨道和多原子分子的构型	318
1-1 sp 杂化轨道和分子构型	319
1-2 sp^2 杂化轨道和分子构型	320
1-3 sp^3 杂化轨道和分子构型	321
1-4 有孤对电子参与的杂化轨道和分子构型	322
1-5 存在重键的杂化轨道和分子构型	324
§ 2 价层电子对互斥理论	325
§ 3 分子间力和氢键	332
3-1 分子的极性	332
3-2 分子间力	334
3-3 氢键	336
本章要点	339
复习思考题	341
练习题	341
第十三章 晶体结构	344
§ 1 晶体的特性和内部结构	344
1-1 晶体的特性	344
1-2 几种常见的晶格	345
§ 2 金属晶体	346
2-1 金属晶体结构的基本类型	346
2-2 金属键的自由电子理论	350
*2-3 金属键的能带理论	351
§ 3 离子晶体	353
3-1 MX 型离子晶体的内部结构	354
3-2 离子晶体的结构与性质的关系	356
3-3 离子晶体的晶格能	357
3-4 离子极化	360
§ 4 原子晶体	363

§ 5 分子晶体·····	364
§ 6 混合键型晶体·····	366
本章要点·····	367
复习思考题·····	368
练习题·····	369
第十四章 络合物·····	372
§ 1 络合物的基本概念·····	372
1-1 络合物的定义·····	373
1-2 络合物的组成·····	374
1-3 络合物命名简介·····	377
§ 2 价键理论·····	378
§ 3 络离子的离解平衡·····	383
3-1 络离子的不稳定常数·····	383
3-2 络离子的稳定常数·····	384
3-3 稳定常数的应用·····	386
§ 4 螯合物·····	393
4-1 螯合物的形成·····	393
4-2 螯合效应·····	394
4-3 络合物的形成与元素周期表的关系·····	395
§ 5 络合物的应用·····	396
5-1 在湿法冶金中的应用·····	396
5-2 在分析化学中的应用·····	397
5-3 在电镀工业中的应用·····	399
* § 6 软硬酸碱·····	399
6-1 软硬酸碱的分类·····	399
6-2 软硬酸碱规则·····	401
本章要点·····	402
复习思考题·····	404
练习题·····	405
附录·····	408

第一章 气 体

内容提要 在物质的气、液、固三态中,唯有气体的体积、压力、温度和质量之间有着简单的关系,即可用气体状态方程式($pV=nRT$)来描述。该式是本章中最基本、最重要的关系式。对混合气体而言,其中某组分*i*气体除符合气体状态方程式外,其气体的分压(p_i)与总压($p_{\text{总}}$)及该气体的摩尔分数(x_i)之间还符合道尔顿(Dalton)分压定律($p_i=p_{\text{总}}x_i$)。

研究气体在不同状态下的体积、压力和温度等性质之间的关系,不仅有重要的理论价值,而且有很大的实际意义。例如,分子量的测定和气体参加的许多重要反应都与气体的这些性质有关。

学习要求

1. 熟练掌握气体状态方程式及其有关计算。
2. 掌握分压定律及其应用。

§1 气体的通性

本节从组成物质微粒之间的相互作用,简要分析气、液、固三种聚集状态,并着重说明气体具有显著的扩散性和可压缩性。

气体、液体和固体是物质的三种主要聚集状态,其中气体和液体又统称为流体。从宏观上看,固体具有一定的形状和体积,液体