

WUJI JI FENXIHUAXUE

高等学校教材

无机及分析化学

(第二版) 陈荣三 张树成 黄孟健 钱可萍编

高等教育出版社

061
512

高等学校教材

无机及分析化学

(第二版)

陈荣三 张树成 编
黄孟健 钱可萍

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是在 1978 年出版的《无机及分析化学》(初版)的基础上,根据 1980 年 5 月修订的《无机及分析化学教学大纲》(90 学时)修订而成,可供高等院校生物系各专业作为教材,也作为农、林、医等院校相近专业有关课程的教材。

为适应目前多数高校的实际需要,本书将无机化学部分和分析化学部分分开编写。

本修订本增加了近代化学基础理论的新内容;充实了元素化学,将这部分内容按原子的电子构型分区编写;并加强了分析化学理论的叙述。

本书于 1983 年 6 月经兰州大学、华东师范大学等 13 所高等院校代表组成的审稿小组审查,同意作为高等学校教材出版。

责任编辑: 胡 萍

高等学校教材

无机及分析化学

(第二版)

陈荣三 张树成 编
黄孟健 钱可萍

*

高等教育出版社出版

北京书店上海发行所发行

上海中华印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 19.375 插页 1 字数 465,000

1978 年 2 月第 1 版

1985 年 5 月第 2 版 1985 年 5 月第 1 次印刷

印数 00,001—35,500

书号 13010·01028 定价 3.95 元

第二版前言

《无机及分析化学》第一版自1978年初问世以来已有六年。在1980年5月长春召开的全国高等院校理科化学教材编审会议上修订了《无机及分析化学教学大纲》，并把修订《无机及分析化学》一书列入计划，要求我们编写出适合我国四化建设需要、符合高等学校实际以及达到教学大纲要求的新教材。

我们已在数年前完成本书的改写工作，并在南京大学、南京师范大学等几个学校生物系试用至今。1983年6月，受教育部委托，由兰州大学、华东师范大学、西北大学、复旦大学、南开大学、四川大学、云南大学、山东大学、华中师院、辽宁师院、南京师大、安徽中医学院及南京大学等13所高等院校代表共18人组成审稿小组，对本书第二版进行了严肃、认真、充分地评议和讨论，热情和坦率地提出许多宝贵意见，据此，我们进行了修改、统稿和定稿。

本书第二版比初版有了较大的更动，主要表现在：1.为适应目前高校的实际情况，把无机化学部分和分析化学部分分开编写；2.新增加气体、溶液和化学热力学内容；3.加强了分析化学、原子结构和分子结构等章节的内容；4.充实了元素化学，并将这部分内容按原子的电子构型分区进行讨论。

本书中标有*的章节，由讲授教师酌情选择。

参加本书第二版编写工作的有钱可萍(第1、3、7、8章)、黄孟健(第2、6、12、13章)、陈荣三(第4、5、9、10、11章)和张树成(第14、15、16、17、18章)。全书由陈荣三通读统稿。

本书第二版承中国科学院学部委员、南京大学戴安邦和高鸿两位教授关怀和指导，编者深表感谢。

限于编者水平，错误及不妥之处恐难避免，敬希读者不吝指正。

编者

1984年3月

第一版前言

人类在地球上一出现，就作为自然界的主人来认识自然和改造自然了。生产实践的需要推动了人们对自然界的研究，而对于自然规律的认识又反过来促进了生产的发展，正如马克思所说：“劳动生产力是随着科学和技术的不断进步而不断发展的”。生物学是研究生命现象的科学，它是从生产斗争、阶级斗争和科学实验中不断地发生和发展起来的。同时，生物学的发展和化学、物理、数学等基础学科的发展和渗入是不能分开的。

在生物学各个领域内，常常要接触到化学的基本理论、基本知识和实验技能。因此，生物工作者学习化学是十分必要的。

《无机及分析化学》是生物系各专业学生学习的第一门基础化学课程。本课程在元素周期律、原子和分子结构理论和四大化学平衡(酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡和络合离解平衡)原理的基础上，讨论重要元素及其化合物的结构、组成、性质、变化规律及其含量测定的一般方法。教材内容尽可能和生物系各专业对化学基础的要求相结合，为学习后继课程及从事专业实践打下必要的基础。

本教材在编写过程中，努力以马克思列宁主义、毛泽东思想为指导，以在本世纪内赶超世界先进水平为目标，并从目前实际情况出发，既要注意加强基础理论，又要紧密联系三大革命实践，力求在思想性、科学性、系统性和实践性等方面均有所体现。

本教材是按照1977年10月普通高等学校理科化学教材编写会议所拟定的《无机及分析化学》(生物系通用)编写大纲编写的，它适用于有关高等院校生物系各专业一年级，其中个别注上*号

的章节，由各校自行选择。本教材也可供农医等院校的相近专业选用，使用它的同志们可以根据专业要求、教学对象、学时数等具体情况灵活掌握。本教材一般需要 80 学时(不包括打*内容)，并另编有《无机及分析化学实验》教材(100 学时)配合使用。

由于编写时间仓促以及限于编者水平，错误不妥之处，在所难免，敬希同志们不吝指正。

本教材承南京大学化学系戴安邦教授审阅和指导，兰州大学化学系张淑民同志和西北大学化学系刘翊纶同志也审阅了其中部分章节并提出宝贵意见，特此致谢。

编 者

一九七八年元月

目 录

第一章 气体和溶液	1
§ 1-1 气体	1
一、理想气体状态方程式	1
二、道尔顿分压定律	3
§ 1-2 溶液	5
一、一般概念	5
二、溶液浓度的若干表示法	6
三、固体在液体中的溶解度	6
四、稀溶液的通性	8
§ 1-3 胶体溶液	16
一、基本概念	16
二、胶团的结构	16
三、胶体溶液的制备	17
四、胶体溶液的性质	18
五、胶体溶液的稳定性和聚沉作用	19
六、高分子溶液	20
本章小结	20
习题	21
第二章 化学热力学	23
§ 2-1 一些常用的术语	24
§ 2-2 热力学第一定律	25
一、热和功	25
二、内能	26
三、热力学第一定律	26
四、可逆过程与最大功	27
§ 2-3 反应热	30

一、等容反应热、等压反应热和焓的概念	80
二、盖斯定律	82
三、生成热	84
四、键能和反应热的关系	86
§ 2-4 热力学第二定律	38
一、化学反应的自发性	38
二、熵	40
三、热力学第二定律	42
四、标准熵	43
§ 2-5 自由能及其应用	44
一、自由能	44
二、标准生成自由能	46
三、 ΔG 与温度的关系	47
本章小结	48
习题	49
第三章 化学反应速度和化学平衡	53
§ 3-1 化学反应的速度方程式	54
一、化学反应速度的表示法	54
二、测定方法简介	55
三、基元反应和质量作用定律	56
*§ 3-2 反应级数	58
一、零级反应	58
二、一级反应	58
三、二级反应	59
§ 3-3 影响化学反应速度的因素	60
一、温度对反应速度的影响	60
二、浓度对反应速度的影响	63
三、催化剂对反应速度的影响	63
§ 3-4 化学平衡	64
一、可逆反应和化学平衡	64
二、自由能和化学平衡以及平衡常数	65

三、平衡常数的意义和表式	67
四、 K_c 和 K_p 的关系	69
五、计算示例	70
§ 3-5 化学平衡的移动	73
一、浓度的影响	73
二、压力的影响	74
三、温度的影响	76
四、化学平衡在合成氨生产中的应用	77
本章小结	78
习题	79

第四章 弱电解质的电离平衡83

§ 4-1 弱电解质和强电解质	84
一、弱电解质的电离平衡	84
二、同离子效应和盐效应	87
三、多元弱酸的电离平衡	89
四、强电解质溶液	91
§ 4-2 溶液的酸碱性	94
一、水的电离和 pH 标度	94
二、盐类水溶液的酸碱性	96
三、影响盐类水解的因素	101
§ 4-3 缓冲溶液	102
一、缓冲作用原理和计算公式	102
二、缓冲溶液的若干性质	105
三、缓冲作用在生物等方面的重要意义	110
§ 4-4 酸碱理论	111
一、酸碱的质子论	111
*二、酸碱的电子论	114
*三、硬软酸碱(HSAB)规则	115
本章小结	118
习题	118

第五章 沉淀溶解平衡	121
§ 5-1 溶度积原理	121
§ 5-2 沉淀的生成和溶解	125
一、沉淀的生成	125
二、沉淀的溶解	131
本章小结	134
习题	135
第六章 氧化还原反应	136
§ 6-1 氧化还原的基本概念	137
一、氧化和还原	137
二、氧化数	138
§ 6-2 氧化还原方程式的配平	139
一、氧化数法	139
二、离子电子法	141
§ 6-3 电极电势	143
一、原电池	143
二、电极电势	144
三、影响电极电势的因素	148
§ 6-4 电极电势的应用	150
一、计算原电池的电动势	150
二、判断氧化还原反应进行的方向	152
三、选择氧化剂和还原剂	154
四、判断氧化还原反应进行的次序	155
§ 6-5 电动势和自由能的关系	156
一、电动势和自由能的关系	156
二、电动势和平衡常数的关系	157
§ 6-6 元素电势图及其应用	159
本章小结	162
习题	163

第七章 原子结构	168
§ 7-1 微观粒子的波粒二象性	168
一、原子光谱和氢光谱	169
二、玻尔理论	170
三、微观粒子的特性——波粒二象性	172
§ 7-2 波函数和几率密度	173
一、波函数	173
二、几率密度和电子云	174
§ 7-3 氢原子核外电子的运动状态	175
一、主量子数 n	176
二、角量子数 l	177
三、磁量子数 m_l	180
四、自旋量子数 m_s	181
§ 7-4 多电子原子核外电子的运动状态	183
一、能级交错-屏蔽效应和穿透效应	183
二、核外电子排布的一般规则	185
三、核外电子的排布	187
§ 7-5 原子结构和元素周期系	191
一、核外电子排布与周期表	191
二、原子结构与元素性质	193
§ 7-6 放射性同位素及其应用	198
一、同位素	198
二、放射性同位素	199
三、放射性同位素的应用	201
本章小结	204
习题	204
第八章 分子结构	207
§ 8-1 离子键	208
一、离子键的形成	208
二、决定离子化合物性质的因素——离子的特征	209

三、离子晶体·····	211
§ 8-2 共价键·····	213
一、价键理论——电子配对法·····	213
二、共价键的特性·····	215
§ 8-3 轨道杂化理论·····	217
一、轨道杂化理论的提出·····	217
二、轨道杂化理论的基本要点·····	218
§ 8-4 价电子对互斥理论·····	220
*§ 8-5 分子轨道理论简介·····	225
一、基本要点·····	225
二、分子轨道的能级次序——能级图·····	226
三、应用举例·····	227
§ 8-6 化学键的极性和分子极性·····	229
一、化学键的极性·····	229
二、分子的极性·····	230
§ 8-7 金属键·····	231
一、金属晶格·····	231
二、金属键·····	232
§ 8-8 分子极化和分子间力·····	233
*§ 8-9 离子极化·····	236
§ 8-10 氢键·····	237
§ 8-11 晶体的内部结构·····	239
本章小结·····	241
习题·····	242
第九章 配位化合物·····	244
§ 9-1 配位化合物的基本概念·····	244
§ 9-2 配位化合物的化学键理论简介·····	249
一、价键理论·····	249
*二、晶体场理论·····	254
§ 9-3 配位离解平衡和平衡常数·····	262

§ 9-4 配离子的生成和破坏·····	265
§ 9-5 螯合物·····	269
§ 9-6 配体对中心原子的影响和配体的反应性·····	274
§ 9-7 配合物在生物、医药等方面的应用·····	275
本章小结·····	277
习题·····	278
第十章 s 区元素·····	280
§ 10-1 氢·····	280
§ 10-2 碱金属·····	283
一、通性·····	283
二、钠、钾的化合物·····	285
三、钠、钾和锂在生物界的作用和它们的一些用途·····	287
§ 10-3 碱土金属·····	288
一、碱土金属的通性·····	288
二、镁、钙的化合物·····	289
三、镁和钙在生物界的作用和它们的一些用途·····	291
本章小结·····	292
习题·····	292
第十一章 p 区元素·····	294
§ 11-1 卤族元素·····	294
一、通性·····	294
二、卤素的化合物·····	296
三、卤素在生物界的作用和它们的一些用途·····	300
§ 11-2 氧族元素·····	301
一、通性·····	301
二、氧族元素的化合物·····	302
三、氧、硫在生物界的作用和它们的一些用途·····	306
§ 11-3 氮族元素·····	307
一、通性·····	307
二、氮族元素及其化合物·····	308

三、氮、磷、砷在生物界的作用和它们的一些用途·····	315
§ 11-4 碳族元素·····	316
一、通性·····	316
二、碳族元素及其化合物·····	317
三、碳、硅在生物界的作用和铅的毒性·····	323
§ 11-5 硼族元素·····	324
一、通性·····	324
二、硼、铝及其化合物·····	325
三、硼、铝在生物界的作用和它们的一些用途·····	327
*§ 11-6 非金属元素小结·····	329
一、非金属元素单质存在的状态和结构·····	330
二、氧化态·····	331
三、氢化物·····	332
四、氢氧化物·····	333
本章小结·····	335
习题·····	336
第十二章 ds 区元素·····	338
§ 12-1 ds 区元素通性·····	338
§ 12-2 ds 区元素单质的重要性质·····	340
§ 13-3 ds 区元素的重要化合物·····	341
一、氧化物和氢氧化物·····	341
二、铜的重要化合物·····	342
三、银的重要化合物·····	344
四、汞的重要化合物·····	345
§ 12-4 铜、锌在生物界的作用和镉、汞的毒性·····	347
本章小结·····	348
习题·····	349
第十三章 d 区和 f 区元素·····	352
§ 13-1 d 区元素引论·····	352
一、过渡元素和 d 区元素·····	352

二、 <i>d</i> 区元素的特性	352
§ 13-2 钒	355
§ 13-3 铬、钼、钨	356
一、铬的化合物	357
二、钼、钨的重要化合物	359
*三、多酸和多碱	360
四、铬、钼在生物界的作用	362
§ 13-4 锰	362
一、锰的重要化合物	363
二、锰在生物界的作用	364
§ 13-5 铁系元素	365
一、铁的氧化物和氢氧化物	365
二、亚铁盐和铁盐	365
三、铁的配合物	366
四、钴、镍的重要化合物	368
五、铁、钴在生物界的作用	370
§ 13-6 <i>f</i> 区元素概述	370
一、镧系收缩	371
二、镧系元素的性质和用途	372
*§ 13-7 金属元素小结	373
一、金属元素的化学共性	373
二、氧化态	374
三、氢氧化物的酸碱性	375
四、金属的活泼性	376
本章小结	377
习题	378
第十四章 分析化学概论	382
§ 14-1 引言	382
*§ 14-2 定性分析	383
一、定性分析的方法	383

二、分析反应的灵敏度和选择性·····	386
三、 H_2S 阳离子系统分析法·····	387
四、阴离子的定性分析·····	397
§ 14-3 定量分析·····	401
一、定量分析的一般过程·····	401
二、分析结果的准确度与精密度·····	402
三、误差产生的原因和减小它的方法·····	405
四、有效数字及计算规则·····	408
五、分析结果的处理与报告·····	410
六、离群值的舍弃·····	412
本章小结·····	413
习题·····	414

第十五章 滴定分析法 (I)

——滴定分析与酸碱滴定法····· 416

§ 15-1 滴定分析法及其分类·····	416
一、滴定分析过程与有关名词·····	416
二、滴定分析法的分类·····	417
三、对滴定分析反应的要求·····	417
四、标准溶液浓度的表示方法·····	417
五、滴定分析计算·····	418
§ 15-2 酸碱滴定法·····	420
一、引言·····	420
二、水溶液中酸碱平衡的处理方法·····	421
三、水溶液中的酸碱滴定·····	431
*四、终点误差·····	441
五、酸碱标准溶液的配制与标定·····	444
六、酸碱滴定法的应用·····	446
本章小结·····	449
习题·····	449

第十六章 滴定分析法 (II)