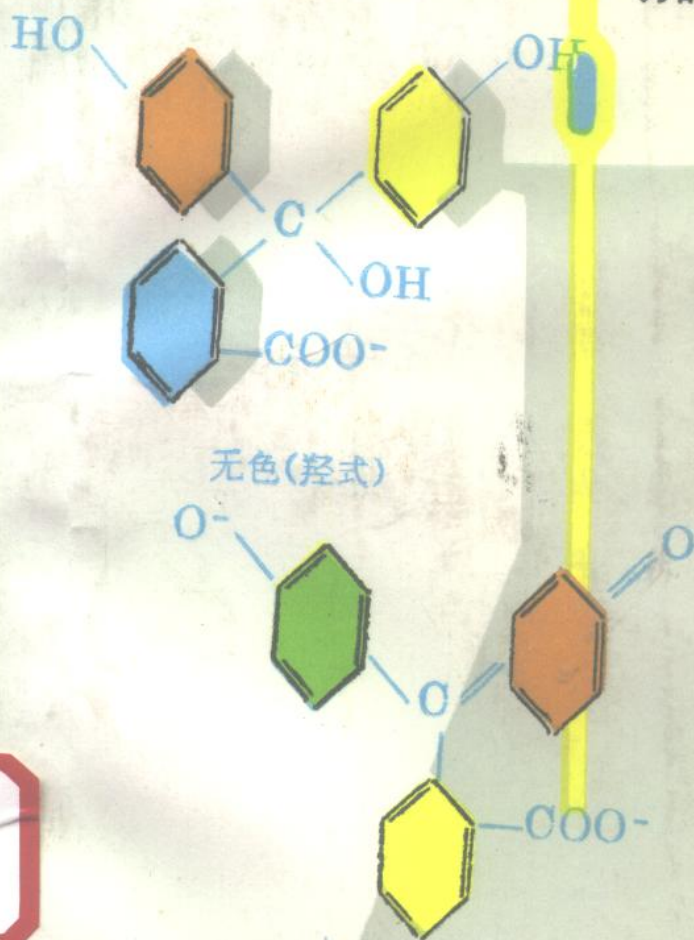


分析化学

方韵和等 编著



同济大学出版社

分 析 化 学

方韻和等编著

同济大学出版社

(沪)新登字 204 号

DU58/3014
内 容 提 要

分析化学是化学系的基础课程之一。通过本课程的学习,要求学生掌握分析化学的基本理论,准确树立量的概念,对近代仪器分析方法有所了解,并初步具有分析问题和解决问题的能力。

本书是为给排水工程专业、环境保护专业编写的教材,内容分理论和实验两部分,符合全日制同类专业的要求,并有结合专业应用方面的内容。本书特点是以定量分析为主要内容,基础理论部分叙述详细,对仪器分析的内容介绍得较多。在每章中都编有学习方法指导和思考题。

本书可作为高等学校给排水工程专业、环境保护专业等有关专业的分析化学教材,也可供有关的分析技术人员参考。

【责任编辑】姚桦铭

【封面设计】王肖生

分析化学

方颢和等编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

常熟文化印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张 15 字数: 430 千字

1993 年 8 月第 1 版 1993 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—3000 定价: 8.60 元

ISBN 7-5608-1192-2/O·108

前 言

本书是为给水排水工程专业、环境保护专业编写的《分析化学》课程的教材，包括基础理论和实验两部分，内容符合全日制同类专业“分析化学课程教学基本要求”（国家教委组织工科化学课程教学指导委员会于1986年制订），并包括结合专业应用方面的内容。本书曾在同济大学函授学院给水排水工程专业、环境保护专业试用过多次，经过反复修改、补充后编成。

本书特点是以定量分析为主要内容，基础理论部分叙述详细，便于自学。每章都编有学习方法指导，各章的思考题作为自我检查题，并在自学基础上进行三次阶段测验，体现了函授教学各环节的特点。本书适当地减少了化学分析的比重，增加了仪器分析的内容，并加强了化学分析与仪器分析的结合。第五章电化学分析法强调了电化学分析法的一些基本概念、方法原理，重点突出了各种方法的应用特点，并根据当前电分析仪器的进展，介绍了在环境监测和材料分析中常用的几种方法，如示波极谱法、溶出伏安法和库仑分析法。第六章第七章叙述了吸收光谱的两个重要部分：“比色分析和分光光度法”以及“原子吸收分光光度法”。着重介绍在实际测试中可能出现的各种干扰和误差来源及其解决办法，相立减少叙述仪器结构以及各部件的细节，适当增加了新仪器和新方法的介绍，使读者能了解该方法的最新进展和应用。叙述力求深入浅出，结合实际。

本书编写宗旨力求保持一个完整的系统，既加强基础理论，又结合专业应用，编写人员经过多次反复讨论，决心大胆革新，改掉了传统的章节编排方式，将四大滴定分析方法的四章传统编写方式改编成三章。全书采用国家法定计量单位。第二章滴定分析引论叙述滴定分析的共性问题。将有关化学平衡处理的基本方法单

独列为一节，期望在教学过程中能给学生一种学习方法上的整体感，教师亦可根据以后各章的具体需求，针对学生专业的差别，对化学平衡一节内容进行补充。希望本节内容成为学生学习分析化学和物理化学、无机化学等课程的重要桥梁。

第三章以酸碱滴定法作为滴定分析的入门，重点突出滴定分析中滴定曲线的变化率问题，强调整个滴定过程中滴定体系的缓冲容量 β (或灵敏度指数 η) 与溶液 pH 变化的关系。在此基础上，学生运用对比方式，不难理解络合滴定中 pM 的变化，氧化还原滴定中电位 E 的变化，以及银量法沉淀滴定中 pAg 的变化规律。这样，不仅有助于学生对滴定终点的判别，而且进一步加强了定量分析中滴定方法的理论基础。第四章滴定分析 (I)——其他滴定法 (包括络合滴定法、沉淀滴定法、氧化还原滴定法) 叙述了这几种滴定分析各自的个性问题和实际应用问题。络合滴定的应用参考陈永兆先生的专著。列出了若干无机元素的滴定方式、滴定条件，以便于自学。氧化还原滴定法中将传统的几种具体滴定方法归纳为一张简表，而将与实验有关的内容归入实验部分，精简了教材。

分析化学实验是分析化学课程的重要环节，本书在基础理论部分后面是实验部分，以便于学生理论联系实际地学习，在学习每章基础理论内容时，可同时翻阅有关的实验内容。鉴于函授教学的特点，要在暑假期间集中返校进行实验，故将实验教材集中编排在后面。

通过近年来教改实践体会到必须在知识的传授中进行能力的培养。我们以此为主导思想，先编写理论概念部分。再提出结合专业的应用典型例子，启迪学生积极思维，提高学习兴趣，培养学生分析问题和解决问题的能力。因此在内容的叙述和例题、思考题、习题的编选方面都注意启发性，培养学生的思维能力，扩大学生的知识面。

参加编写的有方颐和(第一、第九章及实验一)，景宏武(第二、三、四章)，景宏武、陶卫正(实验二至实验十二)，倪亚明(第五

章及实验十三、十四), 苏耀东(第六、第七章及实验十五、十六), 周荣丰(第八章及实验十七)。全书由方韵和统稿和选编附录。

本书可用作高等学校给水排水工程专业、环境保护专业等有关专业的分析化学教材, 也可供在厂、矿搞分析、环境监测、给水排水的工作者参考。由于编者水平有限, 书中难免存在不妥之处和错误, 衷心欢迎读者批评指正。

编 者

1993 年 1 月

目 录

I. 基础理论部分

第一章 绪论	3
学习方法指导	3
§1-1 分析化学的任务和作用	3
§1-2 分析方法的分类	4
§1-3 定量分析中的误差	8
一、准确度与误差	8
二、精密度与偏差	10
三、误差产生的原因及减免的方法	11
§1-4 分析结果的数据处理	14
一、平均偏差、标准偏差、平均值的标准偏差	14
二、置信度与平均值的置信区间	17
三、可疑数据的取舍	19
§1-5 有效数字及其运算规则	22
§1-6 分析结果准确度的保证和评价	26
一、用标准物质作平行测定	26
二、质量控制图	27
思考题	28
习题	29
第二章 滴定分析引论	31
学习方法指导	31
§2-1 滴定分析概述	32
一、滴定分析体系与滴定分析操作	32
二、滴定分析过程与滴定体系状态描述	33

三、滴定等当点(e_p)与滴定终点(e_q)	34
四、滴定反应与滴定分析的操作方式	35
五、标准溶液与基准物质	37
§2-2 滴定体系的平衡处理	39
一、活度与活度系数	40
二、平衡常数的几种表达形式	41
三、平衡处理的一般理论	41
§2-3 滴定分析中的计算	64
一、滴定分析计算的基本关系式	64
二、滴定分析计算示例	66
思考题	69
习题	69
第三章 滴定分析(I)——酸碱滴定法	72
学习方法指导	72
§3-1 广义缓冲溶液	73
一、缓冲容量 β 与敏锐指数 η	73
二、分析化学中常用的pH缓冲溶液	76
§3-2 滴定终点检测	78
一、酸碱指示剂类型及作用原理	78
二、酸碱指示剂的变色点及变色范围	80
三、混合指示剂	81
四、影响指示剂变色的因素	83
§3-3 一元酸碱滴定	85
一、强碱滴定强酸	85
二、强碱滴定弱酸	89
§3-4 多元酸碱滴定	92
一、多元酸滴定	92
二、混合酸的滴定	94
三、多元碱的滴定	95
§3-5 滴定误差	97

一、定义	97
二、按 PBE 关系计算 TE %	97
§3-6 酸碱标准溶液的配制和标定	101
一、酸标准溶液	101
二、碱标准溶液	102
§3-7 酸碱滴定法的应用	103
一、直接滴定法	104
二、间接滴定法	105
思考题	108
习题	110
第四章 滴定分析 (I)——其他滴定法	113
§4-1 络合滴定法	113
学习方法指导	113
一、概述	114
二、滴定曲线	116
三、络合滴定中的酸度条件控制	120
四、滴定终点检测	121
五、提高络合滴定选择性的方法	125
六、络合滴定应用举例与结果计算	131
思考题	141
习题	142
§4-2 沉淀滴定法	145
学习方法指导	145
一、概述	145
二、滴定曲线	146
三、确定沉淀滴定终点的指示剂方法	148
思考题	150
习题	151
§4-3 氧化还原滴定法	152
学习方法指导	152

一、概述	154
二、氧化还原滴定可行性判断	154
三、滴定曲线与滴定终点的确定	159
四、预先氧化还原处理	164
五、氧化还原滴定的应用	165
思考题	167
习题	168
第五章 电化学分析法	172
学习方法指导	172
§5-1 概述	172
一、化学电池	173
二、电极电位	174
三、能斯特方程式	176
§5-2 参比电极	178
一、甘汞电极	180
二、银-氯化银电极	181
§5-3 指示电极	181
一、金属基电极	181
二、离子选择性电极	183
三、电极的特性参数	191
§5-4 直接电位法	193
一、pH 的测定	193
二、离子浓度(活度)的测定	195
三、离子选择电极的应用	199
§5-5 电位滴定法	200
一、仪器装置	200
二、终点的确定	201
三、电位滴定法的应用	203
§5-6 极谱分析法	205
一、经典极谱法	205

二、示波极谱法	208
三、溶出伏安法	211
四、极谱分析的应用	212
§5-7 库仑分析法	212
一、基本原理	213
二、控制电位库仑分析法	214
三、控制电流库仑分析法(库仑滴定法)	215
思考题	218
习题	218
第六章 比色分析和分光光度法	223
学习方法指导	223
§6-1 概述	223
§6-2 基本原理	225
一、物质对光的选择性吸收	225
二、光的基本吸收定律	228
三、偏离朗伯-比耳定律的原因	232
§6-3 比色分析及分光光度分析的方法及仪器	234
一、目视比色法	234
二、光电比色法和分光光度法	235
三、分光光度计的基本构造和部件	236
四、常用分光光度计	239
五、双波长分光光度计简介	240
§6-4 显色反应和显色条件	242
一、显色反应	242
二、显色条件的选择	244
三、显色剂	247
四、三元络合物在光度分析中的应用简介	253
§6-5 测量条件的选择	254
一、入射光波长的选择	254
二、选择适当的参比溶液	255

三、吸光度读数范围的选择	255
§6-6 分光光度法的应用	257
一、示差分光光度法	257
二、混合物的分析	259
三、萃取分光光度法	261
思考题	262
习题	263
第七章 原子吸收分光光度法	265
学习方法指导	265
§7-1 概述	266
§7-2 基本原理	267
一、原子吸收曲线	267
二、基态原子数和温度	269
三、原子吸收光谱法的定量基础	270
§7-3 仪器装置	273
一、光源	273
二、原子化器	275
三、分光系统	279
四、检测系统	280
五、仪器类型及其发展	281
§7-4 原子吸收分光光度法中的干扰及其抑制	285
一、光谱干扰	285
二、物理干扰	288
三、化学干扰	288
§7-5 分析方法和测定条件	289
一、分析方法的选定	289
二、定量分析方法	292
三、测量条件的选择	293
§7-6 原子吸收光谱法的应用	295
一、间接测定法	295

二、萃取原子吸收光谱法	297
§7-7 发射光谱分析简介	299
一、基本原理	299
二、仪器装置	300
思考题	300
习题	301
第八章 气相色谱分析法	303
学习方法指导	303
§8-1 色谱法概述	303
§8-2 气相色谱流程	306
§8-3 气相色谱流出曲线及有关术语	307
§8-4 气相色谱分离理论基础	309
一、气相色谱过程	309
二、塔板理论——柱效能指标	311
三、速率理论——影响柱效能的因素	313
四、分离度	315
§8-5 气相色谱固定相	317
一、气固色谱固定相	317
二、气液色谱固定相	318
§8-6 气相色谱分离操作条件的选择	320
一、载气种类及流速的选择	320
二、柱温的选择	321
三、进样量和进样时间的选择	321
四、柱长及柱内径的选择	321
五、气化温度的选择	322
§8-7 热导池检测器	322
一、热导池的结构	322
二、热导池检测器的测量原理	323
三、热导池检测器操作条件的选择	323
§8-8 定性分析方法	324

一、利用纯物质对照的定性分析法	324
二、利用文献保留值数据的定性分析	325
§8-9 定量测定方法	325
一、峰面积的测量	326
二、求定量校正因子	326
三、几种常用的定量方法	327
思考题	330
习题	331
第九章 试样定量分析的一般步骤	334
学习方法指导	334
§9-1 试样的采取和制备	334
一、组成分布比较均匀的试样的采取和制备	334
二、组成分布很不均匀的试样的采取和制备	337
§9-2 试样的分解	341
§9-3 测定方法的选择原则	343
一、测定的具体要求	344
二、待测组分的含量范围	344
三、待测组分的性质	344
四、共存组分的影响	345
五、实验室的条件	345
§9-4 常用的富集和分离方法	345
一、挥发、蒸发与蒸馏	346
二、活性炭作富集剂	347
三、共沉淀法	347
四、共结晶法	348
五、溶剂萃取法(液-液萃取)	349
六、离子交换法	351
七、冷冻浓缩法	353
思考题	354

II. 实验部分

分析化学实验课的任务和要求	357
分析化学实验的一般知识	359
一、实验室注意事项	359
二、分析用的纯水	359
分析化学实验的常用仪器及其使用方法	363
一、半自动电光天平的结构和使用方法	363
二、玻璃量器的使用方法	367
实验一、称量练习	374
实验二、酸碱标准溶液的配制及浓度比较	377
实验三、氢氧化钠溶液浓度的标定	380
实验四、碱液中氢氧化钠及碳酸钠含量的测定	383
附：水样中总碱度测定	385
实验五、EDTA 标准溶液的配制和标定, EDTA 标准溶液 对 CuSO_4 标准溶液体积比的测定	386
实验六、铝盐中铝的测定	389
实验七、水的硬度测定(络合滴定法)	392
实验八、水样中氯离子含量的测定(摩尔法)	395
实验九、高锰酸钾标准溶液的配制及标定	398
实验十、耗氧量的测定	402
实验十一、硫代硫酸钠标准溶液的配制及标定	406
实验十二、溶解氧的测定	409
实验十三、离子选择电极法测定水中微量氟	413
实验十四、HBI 和 HAC 混合液的电位滴定	417
实验十五、邻二氮菲分光光度法测定铁	420
实验十六、水中锌的原子吸收法测定	422
实验十七、石油裂解气气相色谱分析	424
附录一、生活饮用水卫生标准 GB5749—85 中华人民共和国	

国国家标准	429
附录二、部分分析项目的水样保存方法	431
附录三、分析结果表示的单位	435
附录四、水质检验报出数据的暂行规定	437
附录五、弱酸和弱碱的离解常数	442
附录六、常用的酸溶液和碱溶液的相对密度和浓度	444
附录七、金属络合物的稳定常数	446
附录八、标准电极电位(18—25°C)	448
附录九、条件电极电位 $E^{0'}$	452
附录十、难溶化合物的溶度积常数(18°C)	454
附录十一、国际原子量表(1985 年)	456
主要参考文献	458

I、基础理论部分