

普通高等教育“十五”国家级规划教材

分析化学

(第五版)

华东理工大学化学系
四川大学化工学院 编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是根据近年来分析化学的学科进展和教材使用情况,在第四版(署名为:华东理工大学分析化学教研组,成都科学技术大学分析化学教研组)的基础上修订而成的。

本书保持了原有的基本框架和重要基础知识,精简了酸碱滴定法和配位滴定法的内容,简化了某些计算及公式推导,适当加强了数据处理和仪器分析的内容,并扩展和增加了某些波谱分析的介绍。

本书可作为高等学校工科分析化学课程的教材,也可供相关工作人员参考。

与本书配套的分析化学电子教案和网络课程由高等教育出版社同时出版发行。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学 / 华东理工大学化学系, 四川大学化工学院
编. —5 版. —北京: 高等教育出版社, 2003. 6
ISBN 7 - 04 - 011897 - 1

.分... . 华... 四... .分析化学 - 高
等学校—教材 . 065

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 035481 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http:// www . hep . edu . cn
总 机	010 - 82028899		http:// www . hep . com . cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷			
开 本	787 × 960 1/ 16	版 次	年 月第 1 版
印 张	29		年 月第 5 版
字 数	540 000	印 次	年 月第 次印刷
		定 价	30.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

策划编辑	刘啸天
责任编辑	杨树东
责任绘图	朱 静
封面设计	于 涛
版式设计	陆瑞红
责任校对	王效珍
责任印制	

第五版修订说明

近年来,无论是国内外的分析化学学科,还是我国的高等教育事业都出现了长足的发展,作为高等学校中理工科专业的基础课程——分析化学,必须适应形势的变化,尽力满足新形势下对人才的培养要求。为此,结合分析化学的学科进展、本书第四版的使用情况反馈,并且吸取各兄弟院校在教学改革中的实践经验,对第四版进行修订。

本次修订的原则是:适应发展需要,体现学科进展,提高素质能力,加强实践应用。

修订者对第四版主要做了以下的工作:绪论一章重新改写了“分析化学的任务和作用”,试图从分析化学是一门以多学科为基础的综合性的科学的角度,阐明其任务和作用;从分析化学面临的新课题、新要求,扼要介绍分析化学的进展。原绪论中有关误差与数据处理部分另立为第二章,补充了用 Grubbs 法检验离群值,判断是否存在系统误差的方法及标准曲线的回归分析法。滴定分析一章对滴定度与物质的量浓度的关系做了进一步的说明,并删去“活度与活度系数”一节。酸碱滴定法,重点讲清强碱滴定强酸的滴定曲线,对强碱滴定弱酸的情况,仅指出计算思路,不再列式计算;删去“终点误差”一节;原“线性滴定法简介”一节,精简成三小段,附于多元酸碱滴定之后。配位滴定法一章中,删去滴定曲线的计算;突出配位滴定中适宜 pH 条件控制的讨论;增加配位滴定的应用示例。氧化还原滴定法对滴定过程中电极电位的计算做了简化;增加应用示例;选择更有代表性的例题替换原有例题。进一步精简重量分析法和沉淀滴定法的内容,并将二者合并为一章;删去“沉淀的过滤、洗涤、烘干或灼烧”一节。电位滴定法补充介绍一些新型膜电极。吸光光度法删去朗伯-比尔定律的推导,增加紫外吸收光谱法简介。原子吸收光谱法一章精简了叙述内容,增加 ICP 发射光谱简介。气相色谱分析法一章,增加毛细管柱气相色谱法;扩展了高效液相色谱分析法简介;删去“利用文献保留数据(相对保留值和 Kovats 指数)的定性鉴定”。新增写“波谱分析法简介”一章,介绍红外光谱、核磁共振波谱和有机质谱的基础知识;提供有关的结构信息,并举例说明波谱的综合应用,增加了全书有机化合物分析的比重。将“定量分析中的分离方法”一章改为“分析化学中的分离与富集方法”,增加“现代分离技术简介”一节,简要介绍固相萃

取、液膜分离法和超临界流体萃取等三种分离、富集的新技术。定量分析的一般步骤做了适当精简。经过上述内容调整后,化学分析部分有所削减,仪器分析部分增添了新内容,比重也有所增加,但全书的篇幅增加不多。

此外,在化学分析各章中,以黑体字标出该章的学习重点所在,指导读者自学掌握。为增加读者对标准方法的了解,树立依法进行质量监督、检验的思想,在介绍分析方法应用示例时,多处援引国家标准(GB)的编号,为读者今后选用分析方法时提供权威、实用的依据。对思考题、习题作了部分增删,以更加符合教学要求。对书末的索引,在编排上更加合理、醒目,便于读者检索使用。

参加本次修订工作的有:华东理工大学邵令嫻(第十一章)、朱明华(第十三章)、张济新(第一、四、七章)、苏克曼(第十二章)、王燕(第五章)和张波(第三章),由张济新统稿;四川大学黄文辉(第二、八、十四章)、刘齐敏(第六章)、梁冰(第九章)和朱晓帆(第十章),由黄文辉统稿。本书修订过程中得到有关领导和教研组诸同事的支持。两校写出修订初稿后,进行了相互传阅、切磋。

顺便说明,本书第四版署名为:华东理工大学分析化学教研组,成都科学技术大学分析化学教研组。由于学校校名和体制的变动,本版的署名改为:华东理工大学化学系,四川大学化工学院。另外,与本书配套的分析化学电子教案和网络课程由高等教育出版社同时出版发行。

修订稿承蒙华南理工大学郭璇华教授审阅,对书稿提出了建设性的意见和建议,修订者对此致以衷心的感谢。

诚挚欢迎读者对书中不妥之处不吝提出批评、建议,修订者对此表示谢忱。

修订者

2003年1月

第四版修订说明

本书第三版自 1989 年出版发行后,受到许多兄弟院校分析化学教师的重视,他们把使用本教材过程中的体会,发现的不妥之处,以及改进的意见等以通信的方式或在有关的教学研讨会上与本书编者进行了交流、探讨。对关心这本教材,提出宝贵意见的同志们,编者表示由衷的感谢。本版是根据工科化学课程教学指导委员会 1993 年修订的“分析化学课程教学基本要求”,参照各兄弟院校提出的意见和建议,结合编者的教学实践,对第三版进行修订的。

本次修订的原则是:突出重点,内容简明;结合实际,重视应用;培养能力,引导思考;力求文字通顺,便于学生自学。

在第三版的基础上,主要做了如下的修订工作:改写“分析化学进展”,使该小节内容贴近分析化学学科的发展。删去“平均值的标准偏差”的内容。贯彻国家法定计量单位制,在“滴定分析计算”中,除原有的考虑化学反应式中反应物系数比的计算方法外,增加以分子、离子的某种特定组合为基本单元的浓度表示法,如 $c_{\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4}$, $c_{\frac{1}{5}\text{KMnO}_4}$, 和有关的计算原则与方法。在“酸碱溶液 pH 的计算”中,详细讨论了滴定分析中通常使用最多的一元弱酸和两性物质溶液的 pH 计算公式及合理简化的条件,而对强酸、多元酸及缓冲溶液的 pH 计算,仅列表说明计算公式及其简化使用的条件,以期突出重点,明确教学要求。在讨论几种酸碱滴定过程时,注意运用质子理论的观点,做到前后呼应。“线性滴定法”改写成“线性滴定法简介”。络合滴定法中,以副反应系数为思路,处理复杂体系的平衡问题,使读者了解副反应对主反应的影响情况,从中得出确定滴定反应条件的依据。对于金属离子指示剂改用列表的形式说明可指示的离子及使用条件,使教学要求更加明确。氧化还原滴定法一章,突出了副反应对条件电极电位条件平衡常数、反应进行的方向和完全程度的影响,增加了一般可逆对称反应 φ_{eq} 计算公式的推导。重量分析一章,在保持基本框架的情况下,对各部分内容作了不同程度的删节,其中有关具体操作的内容,删除较多。电位分析法一章增加了对新型传感器的介绍,补充了离子选择性电极的特性;删去极谱和库仑分析法内容。吸光光度法一章根据要求删去了红外、紫外、荧光及流动注射分析。原子吸收光谱法一章名词术语采用国家标准,对灵敏度、检出限给了新的解释,较详细地介绍了测量条件的选择。气相色谱分析法一章,突出了

简明特色,同时简要地补充了近年来仪器的发展情况。“定量分析中的分离方法”增加关于萃取效率的计算说明和列表介绍一些牌号的离子交换树脂的性能。定量分析一般步骤一章补充了取样的基本原则,增加微波溶样新技术及分析方法的选择原则等。

为了便于学生对基本知识的掌握程度和综合运用能力进行自测,引导学生勤于思考,除了例题、思考题和习题的数量有所增加外,在内容上也作了部分更新。

参加本次修订工作的有:华东理工大学邵令娴(第十一章)、朱明华(第十二章)、沈淑娟(第五章)、张济新(第三、四章)、陈玲君(第一、二章)和吴婉华(第七章),由张济新和邵令娴统稿;四川联合大学(成都科技大学)刘齐敏(第六章)、黄文辉(第八章)、郭绍书(第九章)、张义方(第十章)和张志仲(第十三章),由黄文辉统稿。本书修订过程中,也得到两校分析化学教研组诸同事的积极支持。两校写出修订初稿后,曾相互传阅,征求意见。

修订稿承蒙清华大学化学系郁鉴源老师审阅,并提出宝贵的意见和建议。对此,修订者谨致诚挚的谢忱。

修订者衷心欢迎读者对书中欠妥之处提出批评指正。

修订者

1994年3月

第三版修订说明

本书第二版自 1982 年出版以来,已过五载,这期间在分析化学教学方面发生了许多变化,主要变化有:(1) 通过教育思想的学习,广大教师对于知识与能力,教为主导与学为主体等关系都有了进一步的认识,教学法研究也开始受到重视;(2) 国家教委组织工科化学课程教学指导委员会于 1986 年制订了“分析化学课程教学基本要求”,它既可检查教学质量,又便于发挥教师的主观能动性;(3) 学生的基础水平较前提高,要求本课程的起点也须相应提高。鉴于上述变化,根据各兄弟院校在使用本教材中提出的意见和建议,结合编者的教学经验,对本书第二版进行了修订。

修订的指导思想是,删去与其他课程的不必要的重复部分,修改叙述不当之处,适当减小化学分析的比重,适当增加仪器分析内容,并加强化学分析与仪器分析的结合,在正文叙述和思考题、习题的编选上,注意启发性,培养学生思维能力,扩大学生视野,以期更加适合我国工科教育的特点。

这次在第二版基础上,主要作了如下的修订:全书采用了国家法定计量单位,不再使用分析工作中沿用了几十年的当量、当量浓度和毫克当量数相等的计算原则。酸碱滴定法中,加强了溶液中各种存在形式的分布曲线的讨论。并对滴定过程,尤其是多元酸和混合酸的滴定过程作较为深入的讨论;增加了从质子条件出发计算溶液 pH 值的内容;改写了线性滴定部分。络合滴定法中,以主反应和副反应的概念,讨论滴定体系中复杂的平衡关系,并通过适当地计算副反应系数说明副反应对主反应的影响。氧化还原滴定法中,删去了氧化还原反应的方向、次序等内容,从条件电极电位及其影响因素讨论有关问题,强调说明滴定的每一阶段达到平衡时,两个电对的电极电位相等,还增加了氧化还原滴定的预处理方法。在滴定分析的各章中,除了使用指示剂检测终点之外,都介绍了用物理或物理化学方法检测终点的途径,以使读者不囿于仅能使用指示剂的一种思考方式。吸光光度法中,增加了红外、紫外光区分光光度法及流动注射分析法简介。电位分析与其他电化学法中,重点讲明离子选择性电极的膜电位,离子浓(活)度的测定条件及其影响因素,对库仑分析和极谱分析也作了扼要介绍。原子吸收光谱法中,对一些专用名词,如特征浓度、特征含量、检出限的定义,特别是对灵敏度的概念作了新的标准化的解释。气相色谱分析中,

增加了色谱性能的有关常数和电子捕获检测器、火焰光度检测器,并对毛细管气相色谱和高效液相色谱作了简要介绍。定量分析的一般步骤一章,以误差为线索,阐述各分析步骤,增加了对分析结果的评价。

全书的思考题和习题在数量上有所增加,在选编中注意到启发思考、扩大知识面。对于相同类型的习题,仅在第一个题末给出答案,其余各题不再附答案,以锻炼学生的自信心。

本书由华东化工学院汪葆浚教授和成都科技大学高华寿教授担任主编。参加修订工作的有:华东化工学院邵令娴(第十一章)、朱明华(第十二章)、沈淑娟(第五、七章)、张济新(第三、四章)、陈玲君(第一、二章)和樊行雪(第三章中线性滴定部分),由邵令娴和张济新统稿;成都科技大学刘齐敏(第六章)、黄文辉(第八章)、郭绍书(第九章)、王万钧(第九章中紫外及红外光谱部分)、张义方(第十章及流动注射分析法)和张志仲(第十三章),由皮以 和黄文辉统稿。两校分析化学教研组的其他同志也积极为本书的修订提供宝贵意见。两校写出修订的初稿后,曾相互传阅,并进行了讨论。

修订稿由高等学校工科化学课程教学指导委员会委员宣国芳副教授初审,宋清教授复审,对书稿提出了宝贵的意见和建议,特此致谢。

衷心欢迎读者就本书中存在的不妥之处提出批评和建议,修订者对此表示感谢。

修订者

1988年4月

第二版修订说明

1978 年出版的高等学校工科《分析化学》试用教材是根据 1977 年高等学校工科教材编写会议制订的编写大纲,按当时的教学情况编写的。几年来,学生的基础水平逐步提高,1980 年教育部组织高等学校工科化学教材编审委员会重新修订了工科分析化学教学大纲,其中有些内容要求是 1978 年版试用教材中所没有的。现按照教学大纲,参照兄弟院校提出的意见,并根据我们两校在使用教材中的体会,对 1978 年版的《分析化学》进行了修订。

在修订过程中,对内容的增删均以 1980 年的工科分析化学教学大纲及 1982 年对教学大纲的补充说明为准则,力图做到保证基础,精选教材内容,按照学科的发展和教学的实际情况逐步更新教材内容,使之有利于培养和提高学生的思维能力和动手解决问题的能力。

在 1978 年第一版的基础上,主要作了如下的修订:适当增加有关误差和数据处理的内容;把各种滴定分析方法的共同性问题(如基本概念、滴定反应的条件、标准溶液和计算等)列为“ 滴定分析 ”一章;改写“ 酸碱滴定法 ”一章,删去原书中的弱电解质电离平衡及计算部分,以质子理论贯穿酸碱滴定法一章的教学,适当增加“ 非水溶液中的酸碱滴定 ”的内容,增加了“ 滴定误差 ”和“ 线性法确定酸碱滴定终点 ”两节;在“ 氧化还原法 ”一章中,进一步阐明克式量电位的意义,并注意运用克式量电位来说明滴定分析过程中的问题;将“ 沉淀分离 ”方法从“ 重量分析 ”中抽出,与其他分离方法合并为“ 定量分析中的分离方法 ”一章;采样及制备试样等另列“ 定量分析的一般步骤 ”一章;仪器分析部分在“ 比色分析及分光光度分析法 ”一章中,精简了紫外分光光度分析,对比尔定律的推导有所更新,对分光光度分析的应用略有增加;在“ 原子吸收分光光度分析法 ”一章中,简要介绍了氧屏蔽及氢化物原子化法;在“ 电位分析法 ”一章中讲清楚电位分析是根据电动势的测量来进行的,并将 pH 玻璃电极及各种离子选择性电极一并归入指示电极中叙述,对玻璃电极的膜电位和 pH 标度的意义作了更为清楚的阐述;对“ 气相色谱法 ”一章略作删节;原书的第十二章“ 几种仪器分析法的简介 ”,因目前各校尚无法执行,为保证基础、精选内容,现完全删除。

将第一版中所有关于实验的内容(包括天平、容量器皿和各种测定实验),经适当补充,编成实验教材,另册出版。

化学分析部分及第八、十三章由华东化工学院汪葆浚、邵令娴、朱明华、沈淑娟、张济新和陈玲君修订,并由邵令娴统稿;仪器分析部分由成都科技大学高华寿、郭绍书、黄文辉、张义方、王万钧和郭铭素修订,并由皮以 统稿;两校分析化学教研组的其他同志也参加了本书的部分修订工作。

修订稿由高等学校工科化学教材编审委员会委员韩葆玄同志初审,经工科分析化学教材编审小组复审。大连工学院、浙江大学、南京化工学院、北京化工学院与合肥工业大学等兄弟院校的分析化学教研组(室)对修订稿提出了宝贵的书面意见,特此一并致谢。

限于我们的政治思想水平、业务水平和教学经验,修订版中还有欠妥之处,欢迎读者提出批评和建议,不胜感谢。

修订者

1982 年 7 月

目 录

1	绪论	1
§ 1 - 1	分析化学的任务和作用	2
§ 1 - 2	分析方法的分类	3
	化学分析方法 3 仪器分析方法 3	
§ 1 - 3	分析化学的进展简况	5

2	误差及分析数据的统计处理	6
§ 2 - 1	定量分析中的误差	7
	误差与准确度 7 偏差与精密度 8 准确度与精密度的关系 10	
	误差的分类及减免误差的方法 11 随机误差的分布服从正态分布 12	
	有限次测定中随机误差服从 t 分布 13 公差 16	
§ 2 - 2	分析结果的数据处理	16
	可疑数据的取舍 16 平均值与标准值的比较(检查方法的准确度) 19	
	两个平均值的比较 20	
§ 2 - 3	误差的传递	21
	系统误差的传递公式 21 随机误差的传递公式 22	
§ 2 - 4	有效数字及其运算规则	22
	有效数字 22 修约规则 23 运算规则 24	
§ 2 - 5	标准曲线的回归分析	24
思考题		27
习 题		27

3	滴定分析	29
§ 3 - 1	滴定分析概述	30
§ 3 - 2	滴定分析法的分类与滴定反应的条件	30
§ 3 - 3	标准溶液	32
§ 3 - 4	标准溶液浓度表示法	33
	物质的量浓度 33 滴定度 34	
§ 3 - 5	滴定分析结果的计算	35

被测组分的物质的量 n_A 与滴定剂的物质的量 n_B 的关系 35	被测组分质量分数的计算 37	计算示例 38
思考题	41	
习 题	41	
4 酸碱滴定法	43	
§ 4 - 1 酸碱平衡的理论基础	44	
酸碱质子理论 44	酸碱离解平衡 46	
§ 4 - 2 不同 pH 溶液中酸碱存在形式的分布情况——分布曲线	49	
§ 4 - 3 酸碱溶液 pH 的计算	52	
质子条件 52	一元弱酸(碱)溶液 pH 的计算 54	两性物质溶液 pH 的计算 56
其他酸碱溶液 pH 的计算 58		
思考题 4 - 1	62	
习 题 4 - 1	63	
§ 4 - 4 酸碱滴定终点的指示方法	64	
指示剂法 64	电位滴定法 70	
§ 4 - 5 一元酸碱的滴定	70	
强碱滴定强酸 70	强碱滴定弱酸 74	强酸滴定弱碱 77
§ 4 - 6 多元酸、混合酸和多元碱的滴定	78	
多元酸的滴定 78	混合酸的滴定 81	多元碱的滴定 82
思考题 4 - 2	84	
习 题 4 - 2	84	
§ 4 - 7 酸碱滴定法应用示例	85	
§ 4 - 8 酸碱标准溶液的配制和标定	89	
酸标准溶液 89	碱标准溶液 90	
§ 4 - 9 酸碱滴定法结果计算示例	91	
§ 4 - 10 非水溶液中的酸碱滴定	93	
溶剂的种类和性质 94	物质的酸碱性与溶剂的关系 94	拉平效应和区分效应 95
标准溶液和确定滴定终点的方法 96	非水滴定的应用 97	
思考题 4 - 3	97	
习 题 4 - 3	98	
5 配位滴定法	102	
§ 5 - 1 概述	103	
§ 5 - 2 EDTA 与金属离子的配合物及其稳定性	105	
EDTA 的性质 105	EDTA 与金属离子的配合物 106	

§ 5 - 3 外界条件对 EDTA 与金属离子配合物稳定性的影响 109
EDTA 的酸效应及酸效应系数 $\alpha_{Y(H)}$ 109 金属离子的配位效应及其副反应
系数 α_M 111 条件稳定常数 111 配位滴定中适宜 pH 条件的控制 112

§ 5 - 4 滴定曲线 114

§ 5 - 5 金属指示剂及其他指示终点的方法 115
金属指示剂的性质和作用原理 116 金属指示剂应具备的条件 116
常用的金属指示剂 117 其他指示终点的方法 119

§ 5 - 6 混合离子的分别滴定 120
用控制溶液酸度的方法进行分别滴定 120 用掩蔽和解蔽的方法进行
分别滴定 122 预先分离 125 用其他配位剂滴定 126

§ 5 - 7 配位滴定的方式和应用 126

思考题 128

习 题 129

6 氧化还原滴定法 132

§ 6 - 1 氧化还原反应平衡 133
条件电极电位 133 外界条件对电极电位的影响 135

§ 6 - 2 氧化还原反应进行的程度 138
条件平衡常数 138 化学计量点时反应进行的程度 140

§ 6 - 3 氧化还原反应的速率与影响因素 140

§ 6 - 4 氧化还原滴定曲线及终点的确定 143
氧化还原滴定曲线 143 氧化还原滴定指示剂 148

§ 6 - 5 氧化还原滴定法中的预处理 150
预氧化和预还原 150 有机物的除去 150

§ 6 - 6 高锰酸钾法 152
概述 152 高锰酸钾标准溶液 153 应用示例 154

§ 6 - 7 重铬酸钾法 156
概述 156 应用示例 157

§ 6 - 8 碘量法 158
概述 158 硫代硫酸钠标准溶液 160 碘标准溶液 161 应用示例 161
费休法测定微量水分 163

§ 6 - 9 其他氧化还原滴定法 165
硫酸铈法 165 溴酸钾法 165 亚砷酸钠 - 亚硝酸钠法 167

§ 6 - 10 氧化还原滴定结果的计算 167

思考题 170

习 题 171

7	重量分析法和沉淀滴定法	176
§ 7 - 1	重量分析概述	177
§ 7 - 2	重量分析对沉淀的要求	178
	对沉淀形式的要求 178 对称量形式的要求 178 沉淀剂的选择 179	
§ 7 - 3	沉淀完全的程度与影响沉淀溶解度的因素	179
	沉淀平衡,溶度积 179 影响沉淀溶解度的因素 180	
§ 7 - 4	影响沉淀纯度的因素	183
	共沉淀 184 后沉淀 185 获得纯净沉淀的措施 185	
§ 7 - 5	沉淀的形成与沉淀的条件	186
	沉淀的形成 186 沉淀条件的选择 187	
§ 7 - 6	重量分析的计算和应用示例	189
	重量分析结果的计算 189 应用示例 190	
§ 7 - 7	沉淀滴定法概述	192
§ 7 - 8	银量法滴定终点的确定	193
	摩尔法——用铬酸钾作指示剂 193 佛尔哈德法——用铁铵矾作指示剂 194	
	法扬司法——用吸附指示剂 195 电位滴定法 196	
	思考题	197
	习 题	197
8	电位分析法	201
§ 8 - 1	概述	202
§ 8 - 2	参比电极	203
	甘汞电极 204 银 - 氯化银电极 205	
§ 8 - 3	指示电极	206
	金属 - 金属离子电极 206 金属 - 金属难溶盐电极 207 汞电极 207	
	惰性金属电极 208 离子选择性电极 209	
§ 8 - 4	电位测定法	219
	pH 的电位测定 219 离子活(浓)度的测定 222 离子选择性电极的应用 227	
§ 8 - 5	电位滴定法	227
	电位滴定法的仪器装置 228 电位滴定终点的确定方法 229	
	电位滴定法的应用 230	
§ 8 - 6	电位分析法计算示例	232
	思考题	235
	习 题	236

9	吸光光度法	239
§ 9 - 1	吸光光度法基本原理	240
	物质对光的选择性吸收 240 光的吸收基本定律——朗伯 - 比尔定律 243	
	偏离比尔定律的原因 244	
§ 9 - 2	光度计及其基本部件	246
§ 9 - 3	显色反应及显色条件的选择	250
	显色反应的选择 250 显色条件的选择 251 显色剂 253	
	三元配合物在光度分析中的应用特性简介 255	
§ 9 - 4	吸光度测量条件的选择	256
	入射光波长的选择 256 参比溶液的选择 257 吸光度读数范围的选择 257	
§ 9 - 5	吸光光度法的应用	258
	高含量组分的测定——示差法 258 多组分分析 260 光度滴定 260	
	酸碱离解常数的测定 261 配合物组成及稳定常数的测定 262	
	双波长分光光度法 263	
§ 9 - 6	紫外吸收光谱法简介	265
	有机化合物电子跃迁类型 265 影响紫外吸收光谱的因素 266	
	紫外吸收光谱法的应用 266	
	思考题	268
	习 题	268
10	原子吸收光谱法	272
§ 10 - 1	概述	273
§ 10 - 2	原子吸收光谱法基本原理	274
	共振线和吸收线 274 热激发时基态原子和激发态原子的分配 275	
	原子吸收法的定量基础 276	
§ 10 - 3	原子吸收光谱仪	278
	光源——空心阴极灯 278 原子化系统 280 分光系统 283 检测系统 284	
	仪器类型 285	
§ 10 - 4	定量分析方法	286
	标准曲线法 286 标准加入法 286	
§ 10 - 5	原子吸收光谱法中的干扰及其抑制	287
	电离干扰 287 化学干扰 287 物理干扰 288 光谱干扰 288	
§ 10 - 6	灵敏度、检出极限、测定条件的选择	288
	灵敏度 288 检出极限 290 测定条件的选择 291	
§ 10 - 7	原子发射光谱法简介	292
	基本原理和特点 292 原子发射光谱仪 292 定性、半定量和定量分析 294	

思考题	297
习 题	297

11 气相色谱分析法(附:高效液相色谱分析法)

.....	299
§ 11 - 1 概述	300
色谱法简介 300 气相色谱法的特点 300 气相色谱分析流程 301	
气固色谱和气液色谱 302	
§ 11 - 2 固定相	304
气固色谱固定相 304 气液色谱固定相 305	
§ 11 - 3 气相色谱分析理论基础	311
气相色谱流出曲线及有关术语 311 色谱柱效能 313	
§ 11 - 4 气相色谱分离操作条件的选择	317
载气种类及流速的选择 317 柱温的选择 318 柱长和柱内径的选择 319	
进样量和进样时间的选择 319 汽化温度的选择 320	
§ 11 - 5 毛细管柱气相色谱法简介	320
§ 11 - 6 气相色谱检测器	322
热导池检测器 322 氢火焰离子化检测器 325 其他检测器 327	
§ 11 - 7 气相色谱定性鉴定方法	329
利用纯物质对照的定性鉴定 329 与质谱、红外光谱联用的定性鉴定 330	
§ 11 - 8 气相色谱定量测定方法	330
峰面积的测量 330 定量校正因子 331 几种常用定量方法 332	
§ 11 - 9 高效液相色谱分析法简介	336
高效液相色谱分析法的特点 336 影响色谱峰扩展及色谱分离的因素 336	
高效液相色谱分析法的分类 337 高效液相色谱仪 340	
思考题	344
习 题	345

12 波谱分析法简介

§ 12 - 1 红外光谱	349
基本原理 350 红外光谱仪 352 红外光谱的应用 353	
§ 12 - 2 核磁共振波谱	354
基本原理 354 核磁共振谱图及其提供的信息 357 核磁共振波谱仪 358	
§ 12 - 3 有机质谱	358
基本原理 358 质谱离子的类型及提供的结构信息 361	
§ 12 - 4 波谱的综合利用	363