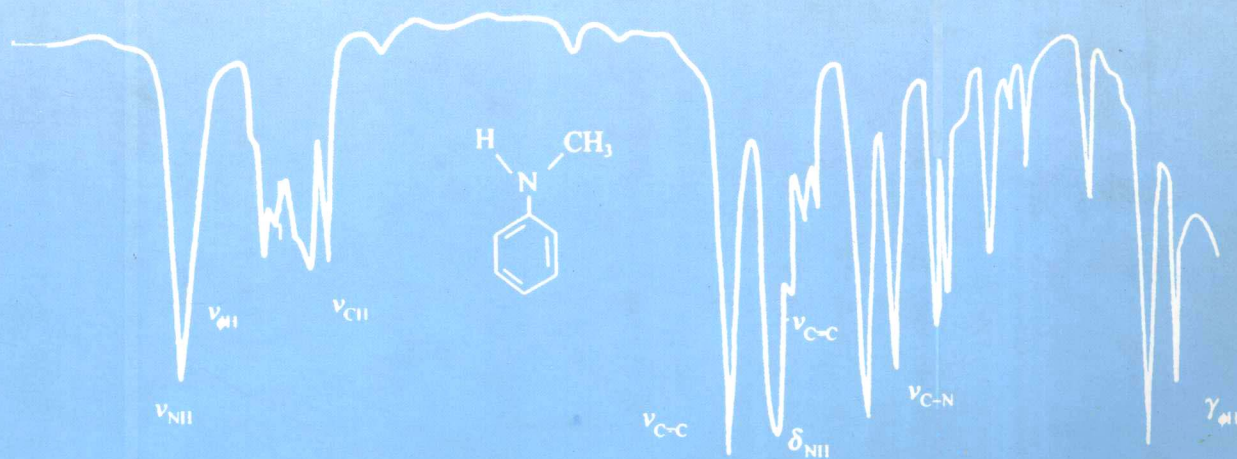
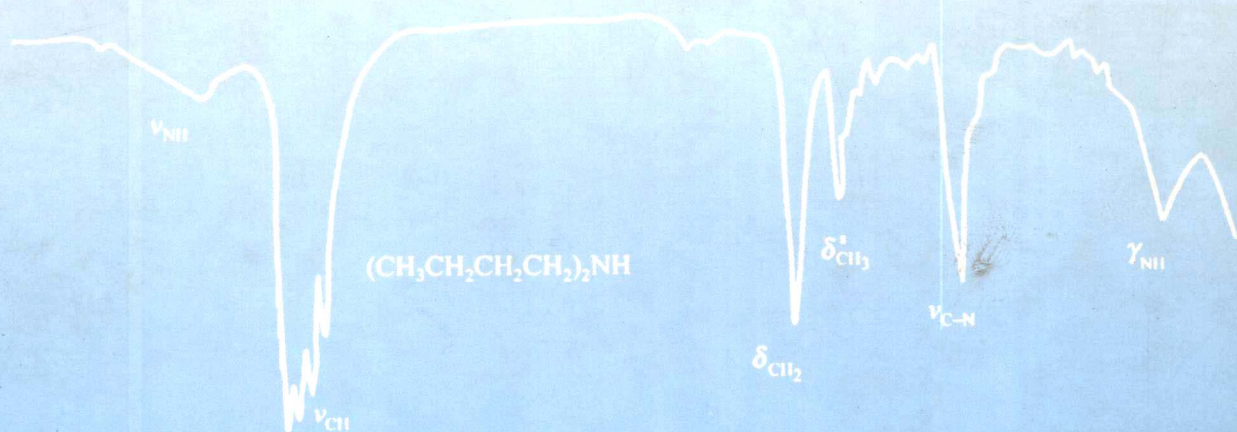


药物分析化学

YAOWU FENXI HUAXUE

主编 倪坤仪 王志群

东南大学出版社



药物分析化学

主编 倪坤仪 王志群

主审 程光炘

东南大学出版社

• 南京 •

内 容 提 要

本书以分析化学理论、方法为主线,以药物为分析对象,使学生了解和熟悉药品管理和药品质量标准为目标,把分析化学和药物分析学的基本内容紧密结合起来。全书分化学分析法、仪器分析法和药物分析三部分内容,并附有 25 个基本实验,供教学时选用。本书适合作为医药院校药学国际贸易与经济、药学工商管理、药学信息管理与信息系统以及药学英语等专业学生的教材,同时本书也适合作为药学科研部门、管理部门、药检所、药厂等单位有关人员参考和作为培训班教材。

图书在版编目(CIP)数据

药物分析化学/倪坤仪主编—南京:东南大学出版社,2001.8

ISBN 7-81050-806-7

I. 药... II. 倪... III. 药物分析 IV. TQ460.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 25724 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 南京玉河印刷厂印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:25.50 字数:620 千字

2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

印数:1-3000 定价:34.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向我社发行科调换。电话:025-3792327)

前 言

我国将开始全面实施《高等教育面向 21 世纪教育内容和课程体系改革计划》，按照新的专业设置方案，实现课程结构和教学内容的整合、优化，编写出版一系列高质量的教材。随着我国国民经济建设的不断发展，教育事业也随之迅猛发展。为适应教育事业的发展，医药院校出现了一系列新的专业，如药学国际经济与贸易、药学工商管理、药学英语等专业，为配合教学需要，编写了本教材。同时本书也适合药学科研部门、管理部门、药检所、药厂等单位有关人员参考和作为培训班教材。

本书以分析化学理论、方法为主线，以药物为分析对象，使学生了解和熟悉药品管理和药品质量标准为目标，把原分析化学和药物分析学的基本内容紧密结合起来，故书名为药物分析化学。全书分化学分析法、仪器分析法和药物分析三部分内容，根据专业需要，化学分析部分着重地介绍滴定分析。鉴于近年来仪器分析的迅猛发展，在我国及其他国家药典中，仪器分析方法的应用逐年扩大，占有越来越大的比重。本书将以比较多的篇幅，讨论目前仪器分析在药学领域中的常用方法。药物分析部分内容包括药物质量概念和全面控制药品质量的科学管理途径与方法，药物杂质检查的基本规律和方法，药物的化学结构与分析方法之间的关系（贯穿在分析方法各章中），制剂分析以及药品质量标准的制订原则等。本书还附有 25 个药物分析基本实验，供教学选用。

本书由倪坤仪编写 1、2、3、11~15、17 章，王志群编写 4~10、16 章，闫志刚编写 18 章，程光炘教授对全书进行了仔细的审阅。在编写过程中，得到了中国药科大学分析化学教研室和药物分析教研室、教务处、教材科和基础部的大力支持和帮助，在此一并表示感谢！书中的错误和不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

2001. 2. 18

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 药物质量的评价	(1)
1.1.1 药物质量的评价	(1)
1.1.2 药物分析学的性质、任务与发展	(1)
1.2 药品质量和药品质量标准	(2)
1.2.1 国家药典	(3)
1.2.1.1 药典的内容	(3)
1.2.1.2 中国药典	(3)
1.2.1.3 国外药典	(4)
1.2.2 部颁药品标准和副药典	(4)
1.2.3 地方药品标准	(4)
1.3 药品质量的科学管理	(5)
1.3.1 新药研究和管理	(5)
1.3.2 假药与劣药	(6)
1.3.2.1 假药	(6)
1.3.2.2 劣药	(6)
1.3.3 药品质量的科学管理	(7)
思考题	(8)
第 2 章 药物的纯度检查和鉴别方法	(9)
2.1 药物的理化常数测定	(9)
2.1.1 溶解度	(9)
2.1.2 吸光系数	(10)
2.1.3 熔点	(11)
2.1.4 晶型	(12)
2.2 药物的鉴别方法	(13)
2.2.1 光谱方法	(13)
2.2.1.1 红外光谱	(13)
2.2.1.2 紫外光谱	(13)
2.2.2 色谱法	(13)
2.2.3 化学反应	(13)
2.3 药物的纯度检查	(14)
2.3.1 药物杂质检查方法和其限量计算	(14)
2.3.1.1 对照法	(14)
2.3.1.2 灵敏度法	(15)
2.3.1.3 吸光度限度法	(16)

2.3.2 一般杂质检查	(16)
2.3.2.1 氯化物检查法	(16)
2.3.2.2 硫酸盐检查法	(16)
2.3.2.3 铁盐检查法	(17)
2.3.2.4 重金属检查法	(17)
2.3.2.5 砷盐检查法	(18)
2.3.2.6 酸碱度检查法	(20)
2.3.2.7 澄清度检查法	(20)
2.3.2.8 溶液颜色检查法	(21)
2.3.2.9 炽灼残渣检查法	(22)
2.3.2.10 干燥失重测定法	(22)
2.3.3 特殊杂质检查	(23)
2.3.3.1 原料与中间体	(24)
2.3.3.2 副产物	(24)
2.3.3.3 降解产物	(25)
思考题	(25)
习 题	(26)
第3章 药物分析方法的设计和验证	(27)
3.1 药物分析方法的分类和设计	(27)
3.1.1 化学分析法	(27)
3.1.2 仪器分析法	(27)
3.1.2.1 光学分析	(27)
3.1.2.2 色谱分析	(27)
3.1.2.3 电化学分析	(27)
3.1.2.4 热分析	(27)
3.1.3 常量分析和微量分析	(28)
3.1.4 药物分析方法的选择原则	(28)
3.1.4.1 应与被测组分的含量相适应	(28)
3.1.4.2 应考虑被测组分的性质	(28)
3.1.4.3 应与测定的具体要求相适应	(29)
3.1.4.4 应考虑干扰物质的影响	(29)
3.2 药物分析方法的验证	(30)
3.2.1 准确度	(30)
3.2.2 精密度	(30)
3.2.2.1 偏差	(30)
3.2.2.2 相对平均偏差(Relative average deviation)	(30)
3.2.2.3 标准偏差或称标准差(Standard deviation; <i>S</i>)	(31)
3.2.2.4 相对标准偏差(Relative standard deviation; <i>RSD</i>)或称变异系数(Coefficient of variation)	(31)
3.2.2.5 重复性与重现性	(31)

3.2.3 准确度与精密度的关系	(31)
3.3 药物分析中的有效数字	(32)
3.3.1 有效数字	(32)
3.3.2 有效数字的运算规则	(33)
3.3.2.1 加减法运算	(33)
3.3.2.2 乘除法运算	(33)
3.3.3 药物含量测定结果的表达法	(33)
思考题	(34)
习题	(34)
第4章 滴定分析法概论	(35)
4.1 概述	(35)
4.1.1 滴定分析法	(35)
4.1.2 滴定方式	(35)
4.1.2.1 直接滴定法	(35)
4.1.2.2 返滴定法	(36)
4.1.2.3 置换滴定法	(36)
4.1.2.4 间接滴定法	(36)
4.2 标准溶液	(36)
4.2.1 标准溶液的配制	(36)
4.2.1.1 直接配制法	(36)
4.2.1.2 间接配制法	(37)
4.2.2 标准溶液浓度的表示方法	(37)
4.2.2.1 物质的量浓度	(37)
4.2.2.2 滴定度	(38)
4.3 滴定分析法的计算	(38)
4.3.1 滴定分析法计算的依据	(38)
4.3.2 滴定分析法计算实例	(39)
4.3.3 以滴定度计算被测物质的质量	(40)
4.3.3.1 滴定度与物质的量浓度的关系	(40)
4.3.3.2 用滴定度计算被测试样的百分含量	(40)
4.3.4 标示量及标示量%的计算	(41)
4.3.4.1 片剂标示量%计算	(41)
4.3.4.2 注射剂标示量%计算	(42)
思考题	(42)
习题	(42)
第5章 酸碱滴定法	(44)
5.1 酸碱质子理论	(44)
5.1.1 酸碱的定义	(44)
5.1.2 酸碱反应的实质	(44)
5.1.3 溶剂的质子自递反应	(45)

5.1.4	酸碱的强度	(46)
5.1.5	酸的浓度和酸度	(46)
5.2	酸碱指示剂	(47)
5.2.1	指示剂的变色原理	(47)
5.2.2	指示剂的变色范围	(47)
5.2.3	影响指示剂变色范围的因素	(48)
5.2.4	混合指示剂	(49)
5.3	酸碱滴定曲线和指示剂的选择	(50)
5.3.1	强酸强碱的滴定	(50)
5.3.2	一元弱酸(弱碱)的滴定	(52)
5.3.2.1	强碱滴定弱酸	(52)
5.3.2.2	强酸滴定弱碱	(55)
5.3.3	多元酸、碱的滴定	(55)
5.3.3.1	多元酸的滴定	(55)
5.3.3.2	多元碱的滴定	(56)
5.4	标准酸、碱溶液的配制及标定	(57)
5.4.1	酸标准溶液	(57)
5.4.2	碱标准溶液	(57)
5.5	酸碱滴定法的应用	(58)
5.5.1	直接用标准酸液滴定(碱量法)	(58)
5.5.2	直接用标准碱液滴定(酸量法)	(59)
5.5.2.1	中国药典中硼酸(ChP 2000 P974)的含量测定	(59)
5.5.2.2	甲硫咪唑的含量测定	(60)
5.5.2.3	药典中苯甲醇、苯丙醇等的含量测定	(60)
5.5.3	剩余滴定法	(60)
5.5.3.1	先加入定量过量酸标准液,再用标准碱液回滴定	(60)
5.5.3.2	先加入定量过量碱标准液,再用标准酸液回滴定	(61)
5.5.4	提取容量法	(61)
5.5.5	凯氏定氮法	(62)
5.5.5.1	消解	(62)
5.5.5.2	蒸馏	(62)
5.5.5.3	氨的测定	(63)
	思考题	(64)
	习题	(65)
第6章	非水酸碱滴定法	(67)
6.1	概述	(67)
6.2	非水溶剂	(67)
6.2.1	溶剂分类	(67)
6.2.1.1	质子溶剂	(67)
6.2.1.2	无质子溶剂	(68)

6.2.2	溶剂的性质	(68)
6.2.2.1	溶剂的酸碱性	(68)
6.2.2.2	溶剂的解离性	(68)
6.2.2.3	溶剂的极性	(70)
6.2.2.4	均化效应和区分效应	(70)
6.2.3	溶剂的选择	(71)
6.3	非水碱量法	(71)
6.3.1	溶剂的选择	(71)
6.3.2	标准溶液与基准物质	(71)
6.3.2.1	配制	(72)
6.3.2.2	标定	(72)
6.3.2.3	温度校正	(72)
6.3.3	滴定终点的确定	(72)
6.3.4	应用与示例	(73)
6.3.4.1	有机弱碱	(73)
6.3.4.2	有机酸的碱金属盐	(74)
6.3.4.3	有机碱的盐	(74)
6.4	非水酸量法	(76)
6.4.1	溶剂的选择	(76)
6.4.2	标准溶液与基准物质	(76)
6.4.2.1	配制	(77)
6.4.2.2	标定	(77)
6.4.3	应用与示例	(77)
6.4.3.1	羧酸类	(77)
6.4.3.2	酚类	(77)
6.4.3.3	其它	(78)
	思考题	(78)
	习题	(79)
第7章	沉淀滴定法	(81)
7.1	概述	(81)
7.2	银量法	(81)
7.2.1	滴定曲线	(81)
7.2.2	指示终点的方法	(82)
7.2.2.1	铬酸钾指示剂法(Mohr法)	(82)
7.2.2.2	铁铵矾指示剂法(Volhard法)	(83)
7.2.2.3	吸附指示剂法(Fajans法)	(85)
7.2.3	标准溶液与基准物质	(86)
7.3	应用与示例	(86)
7.3.1	无机卤化物与有机氢卤酸盐的测定	(86)
7.3.2	有机卤化物的测定	(87)

7.3.2.1	直接测定	(87)
7.3.2.2	样品经预处理后再测定	(87)
7.3.2.3	其它有机化合物的测定	(89)
思考题		(89)
习题		(90)
第8章	配位滴定法	(91)
8.1	概述	(91)
8.2	乙二胺四乙酸的性质及其配合物	(91)
8.2.1	乙二胺四乙酸的性质及其解离平衡	(91)
8.2.2	EDTA-金属离子配合物	(92)
8.2.2.1	EDTA与金属离子的螯合效应	(92)
8.2.2.2	EDTA-金属离子配合物的稳定常数	(93)
8.2.2.3	影响配合物稳定性的因素	(93)
8.3	金属离子指示剂	(94)
8.3.1	金属离子指示剂的变色原理	(94)
8.3.2	金属离子指示剂应具备的条件	(95)
8.3.3	指示剂的封闭现象与掩蔽作用	(95)
8.4	标准溶液	(96)
8.4.1	标准溶液的配制	(96)
8.4.1.1	EDTA标准溶液(0.05 mol/L)的配制	(96)
8.4.1.2	锌标准溶液(0.05 mol/L)的配制	(96)
8.4.2	标准溶液的标定	(97)
8.4.2.1	EDTA标准溶液(0.05 mol/L)的标定	(97)
8.4.2.2	锌标准溶液(0.05 mol/L)的标定	(97)
8.5	应用与示例	(97)
8.5.1	直接滴定法	(97)
8.5.2	返滴定法	(98)
思考题		(99)
习题		(99)
第9章	氧化还原滴定法	(100)
9.1	概述	(100)
9.2	氧化还原反应	(100)
9.2.1	氧化还原反应的实质	(100)
9.2.2	Nernst(能斯特)方程式	(101)
9.2.3	氧化还原反应进行的方向	(102)
9.2.3.1	盐效应	(102)
9.2.3.2	氧化态还原态的浓度	(103)
9.2.3.3	溶液酸度	(103)
9.2.3.4	生成沉淀	(104)
9.2.3.5	生成配合物	(104)

9.2.4	氧化还原反应进行的程度	(105)
9.2.5	氧化还原反应的速度及影响因素	(106)
9.2.5.1	浓度对反应速度的影响	(106)
9.2.5.2	温度对反应速度的影响	(107)
9.2.5.3	催化剂对反应速度的影响	(107)
9.3	碘量法	(107)
9.3.1	概述	(107)
9.3.1.1	直接碘量法	(107)
9.3.1.2	间接碘量法	(108)
9.3.2	指示剂	(108)
9.3.2.1	溶液酸度	(108)
9.3.2.2	淀粉溶液应新鲜配制	(109)
9.3.2.3	加指示剂的时机	(109)
9.3.3	标准溶液的配制与标定	(109)
9.3.3.1	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的配制与标定	(109)
9.3.3.2	I_2 标准溶液的配制与标定	(110)
9.3.4	碘量法的误差来源	(110)
9.3.5	计算示例	(111)
9.3.6	应用与示例	(111)
9.3.6.1	直接碘量法	(111)
9.3.6.2	剩余碘量法	(112)
9.3.6.3	置换碘量法	(113)
9.3.6.4	水的测定——Karl Fischer 法	(113)
9.4	高锰酸钾法	(114)
9.4.1	概述	(114)
9.4.1.1	直接滴定法	(114)
9.4.1.2	返滴定法	(114)
9.4.1.3	间接滴定法	(114)
9.4.2	标准溶液的配制和标定	(114)
9.4.2.1	0.02 mol/L KMnO_4 溶液的配制	(114)
9.4.2.2	KMnO_4 溶液的标定	(114)
9.4.3	应用与示例	(115)
9.5	铈量法	(115)
9.5.1	概述	(115)
9.5.2	指示剂	(116)
9.5.3	标准溶液的配制及标定	(116)
9.5.4	应用与实例	(116)
9.6	亚硝酸钠法	(117)
9.6.1	概述	(117)
9.6.2	重氮化法	(117)

9.6.3	亚硝化法	(118)
9.6.4	指示终点的方法	(118)
9.6.4.1	外指示剂法	(118)
9.6.4.2	内指示剂法	(118)
9.6.4.3	永停滴定法	(118)
9.6.5	亚硝酸钠标准溶液的配制与标定	(119)
9.6.5.1	0.1 mol/L NaNO_2 标准溶液的配制	(119)
9.6.5.2	NaNO_2 标准溶液的标定	(119)
9.6.6	应用与示例	(119)
思考题		(120)
习 题		(120)
第 10 章	电位法及永停滴定法	(122)
10.1	概述	(122)
10.2	电位法基础	(122)
10.2.1	电化学电池	(122)
10.2.2	电池电动势	(123)
10.2.3	指示电极和参比电极	(124)
10.2.3.1	指示电极	(124)
10.2.3.2	参比电极	(125)
10.3	直接电位法	(125)
10.3.1	溶液 pH 值的测定	(125)
10.3.1.1	参比电极	(125)
10.3.1.2	指示电极	(125)
10.3.1.3	测量原理和方法	(127)
10.3.1.4	应用	(128)
10.3.2	离子选择性电极	(128)
10.4	电位滴定法	(128)
10.4.1	电位滴定终点的确定	(129)
10.4.1.1	$E-V$ 曲线法	(129)
10.4.1.2	$\Delta E/\Delta V - \bar{V}$ 曲线法(一级微商法)	(129)
10.4.1.3	$\Delta^2 E/\Delta V^2 - V$ 曲线法(二级微商法)	(129)
10.4.1.4	二级微商算法	(129)
10.4.2	应用	(130)
10.4.2.1	酸碱滴定	(130)
10.4.2.2	氧化还原滴定	(131)
10.4.2.3	沉淀滴定	(131)
10.4.2.4	配位滴定	(131)
10.4.2.5	非水酸碱滴定	(131)
10.5	永停滴定法	(131)
10.5.1	原理	(132)

10.5.1.1	滴定剂为可逆电对,被测物为不可逆电对	(132)
10.5.1.2	滴定剂为不可逆电对,被测物为可逆电对	(132)
10.5.1.3	滴定剂与被测物均为可逆电对	(132)
10.5.2	方法	(132)
10.5.3	应用与示例	(133)
思考题		(134)
习题		(134)
第 11 章	紫外-可见分光光度法	(136)
11.1	吸收光谱的产生	(136)
11.1.1	光的性质	(136)
11.1.2	分子能级与电磁波谱	(137)
11.1.3	紫外光谱的产生	(138)
11.1.3.1	吸收光谱的特性	(138)
11.1.3.2	电子跃迁的类型	(138)
11.1.3.3	发色团和助色团	(139)
11.1.3.4	吸收带	(139)
11.2	物质吸光的定量关系	(141)
11.2.1	Beer-Lambert 定律	(141)
11.2.2	吸光系数	(142)
11.2.3	吸光度的测量	(143)
11.2.3.1	溶剂与容器	(143)
11.2.3.2	空白对比	(143)
11.2.4	影响比耳定律的因素	(143)
11.2.4.1	光学因素	(143)
11.2.4.2	化学因素	(144)
11.3	紫外可见分光光度计	(145)
11.3.1	主要部件	(145)
11.3.1.1	光源	(145)
11.3.1.2	单色器	(145)
11.3.1.3	吸收池	(146)
11.3.1.4	检测器	(146)
11.3.1.5	显示装置	(146)
11.3.2	分光光度计的类型	(146)
11.3.2.1	简易分光光度计	(146)
11.3.2.2	单光束分光光度计	(147)
11.3.2.3	双光束分光光度计	(147)
11.4	药物定性定量方法	(148)
11.4.1	鉴别	(148)
11.4.1.1	与标准品、标准图谱对照	(148)
11.4.1.2	对比吸收光谱特征数据	(149)

11.4.1.3 对比吸光度的比值	(149)
11.4.2 纯度检查	(150)
11.4.2.1 杂质检查	(150)
11.4.2.2 杂质的限度检测	(150)
11.4.3 定量方法	(150)
11.4.3.1 吸光系数法	(151)
11.4.3.2 标准曲线法	(152)
11.4.3.3 对照法	(152)
11.4.4 比色法	(153)
11.4.4.1 四氮唑比色法	(153)
11.4.4.2 酸性染料比色法	(154)
思考题	(155)
习题	(155)
第12章 红外分光光度法	(157)
12.1 概述	(157)
12.1.1 红外光谱区	(157)
12.1.2 红外光谱与紫外光谱的区别	(157)
12.1.2.1 起源	(157)
12.1.2.2 应用范围	(158)
12.1.3 应用	(158)
12.2 基本原理	(158)
12.2.1 双原子分子的振动	(158)
12.2.1.1 双原子分子的振动频率	(158)
12.2.1.2 双原子分子的振动能量方程	(160)
12.2.2 多原子分子的振动	(160)
12.2.2.1 振动类型	(160)
12.2.2.2 红外非活性振动	(161)
12.2.3 吸收峰的强度	(162)
12.3 红外分光光度计	(163)
12.3.1 光栅红外分光光度计	(163)
12.3.1.1 光源	(163)
12.3.1.2 色散元件	(163)
12.3.1.3 检测器	(163)
12.3.2 干涉分光型红外分光光度计(FT-IR)	(164)
12.3.3 样品制备	(165)
12.3.3.1 气体样品	(165)
12.3.3.2 液体样品	(165)
12.3.3.3 固体样品	(165)
12.4 一些有机化合物的典型光谱	(166)
12.4.1 特征峰与相关峰	(166)

12.4.2	脂肪烃	(166)
12.4.2.1	烷烃	(166)
12.4.2.2	烯烃	(167)
12.4.2.3	炔烃	(168)
12.4.3	芳烃	(168)
12.4.4	醇、酚、醚	(169)
12.4.4.1	醇与酚	(169)
12.4.4.2	醚	(170)
12.4.5	羰基化合物	(170)
12.4.5.1	酮、醛及酰肼类化合物	(171)
12.4.5.2	酸、酯类化合物	(172)
12.4.6	含氮化合物	(172)
12.4.6.1	酰胺类	(172)
12.4.6.2	胺类	(172)
12.5	红外光谱在药物分析中的应用	(174)
12.5.1	特征区与指纹区	(175)
12.5.1.1	特征区	(175)
12.5.1.2	指纹区	(175)
12.5.1.3	8个重要区段	(175)
12.5.2	药品的鉴别、检查	(176)
12.5.3	未知物的结构解析	(177)
12.5.3.1	不饱和度	(177)
12.5.3.2	解谱程序	(177)
12.5.3.3	谱图解析示例	(178)
思考题		(180)
习 题		(181)
第13章	液相色谱法	(184)
13.1	概述	(184)
13.1.1	按两相的状态分类	(184)
13.1.2	按分离机理分类	(184)
13.1.3	按操作形式分类	(185)
13.2	柱色谱法	(185)
13.2.1	液-固吸附柱色谱法	(185)
13.2.1.1	几个术语	(186)
13.2.1.2	分配系数与保留体积的关系	(186)
13.2.1.3	吸附剂的选择和吸附活度	(187)
13.2.1.4	流动相的选择	(188)
13.2.2	液-液分配柱色谱法	(188)
13.2.2.1	原理	(188)
13.2.2.2	载体和固定相	(190)

13.2.2.3	流动相	(191)
13.2.2.4	反相色谱和正相色谱	(191)
13.2.3	离子交换柱色谱法	(191)
13.2.3.1	除去干扰离子	(192)
13.2.3.2	盐类的测定	(192)
13.2.4	分子排阻色谱法	(192)
13.3	薄层色谱法	(193)
13.3.1	原理	(193)
13.3.1.1	比移值(R_f)	(193)
13.3.1.2	分离度(R_s)	(194)
13.3.2	固定相	(194)
13.3.3	展开剂	(194)
13.3.4	操作方法	(195)
13.3.4.1	制板	(195)
13.3.4.2	点样	(196)
13.3.4.3	展开	(196)
13.3.4.4	显色	(196)
13.3.5	定性分析	(197)
13.3.6	定量分析	(197)
13.3.6.1	目视比较法	(197)
13.3.6.2	洗脱法	(197)
13.3.6.3	薄层扫描法	(197)
13.3.7	应用与示例	(199)
13.3.7.1	判断合成反应的程度	(199)
13.3.7.2	药品的鉴别和纯度检查	(199)
13.3.7.3	中药中有效成分的测定	(201)
13.4	纸色谱法	(203)
13.4.1	原理	(203)
13.4.2	R_f 值与化学结构的关系	(203)
13.4.3	操作方法	(204)
13.4.3.1	色谱纸的选择	(204)
13.4.3.2	固定相	(204)
13.4.3.3	展开剂的选择	(204)
13.4.4	应用与示例	(205)
思考题		(205)
习 题		(206)
第 14 章	气相色谱法	(207)
14.1	概述	(207)
14.1.1	气相色谱法的分类	(207)
14.1.2	气相色谱法的特点	(207)

14.1.3	气相色谱法的一般流程	(207)
14.2	气相色谱理论	(208)
14.2.1	色谱流出曲线及有关术语	(208)
14.2.1.1	色谱流出曲线和色谱峰	(208)
14.2.1.2	保留值	(209)
14.2.1.3	色谱峰区域宽度	(209)
14.2.2	差速迁移	(210)
14.2.2.1	容量因子(k)	(210)
14.2.2.2	分配系数比(α)	(210)
14.2.3	塔板理论	(210)
14.2.4	速率理论	(212)
14.2.4.1	涡流扩散项 A	(212)
14.2.4.2	纵向扩散项 B/u (或称分子扩散项)	(212)
14.2.4.3	传质项 C_u	(213)
14.3	色谱柱	(213)
14.3.1	气液色谱固定相	(213)
14.3.1.1	固定液	(213)
14.3.1.2	载体	(215)
14.3.1.3	色谱柱的填充	(215)
14.3.2	气固色谱固定相	(216)
14.4	检测器	(216)
14.4.1	热导检测器	(216)
14.4.1.1	测定原理	(217)
14.4.1.2	注意点	(217)
14.4.2	氢焰离子化检测器	(217)
14.4.2.1	测定原理	(217)
14.4.2.2	注意点	(218)
14.4.3	检测器的性能指标	(218)
14.4.3.1	灵敏度	(218)
14.4.3.2	检测限	(219)
14.5	分离条件的选择	(219)
14.5.1	分离度	(219)
14.5.2	操作条件的选择	(220)
14.5.2.1	提高 α 和 k	(220)
14.5.2.2	提高 n	(220)
14.5.2.3	其它条件的选择	(222)
14.5.3	样品的预处理	(222)
14.5.3.1	分解法	(222)
14.5.3.2	衍生物法	(222)
14.6	定性、定量分析	(222)