



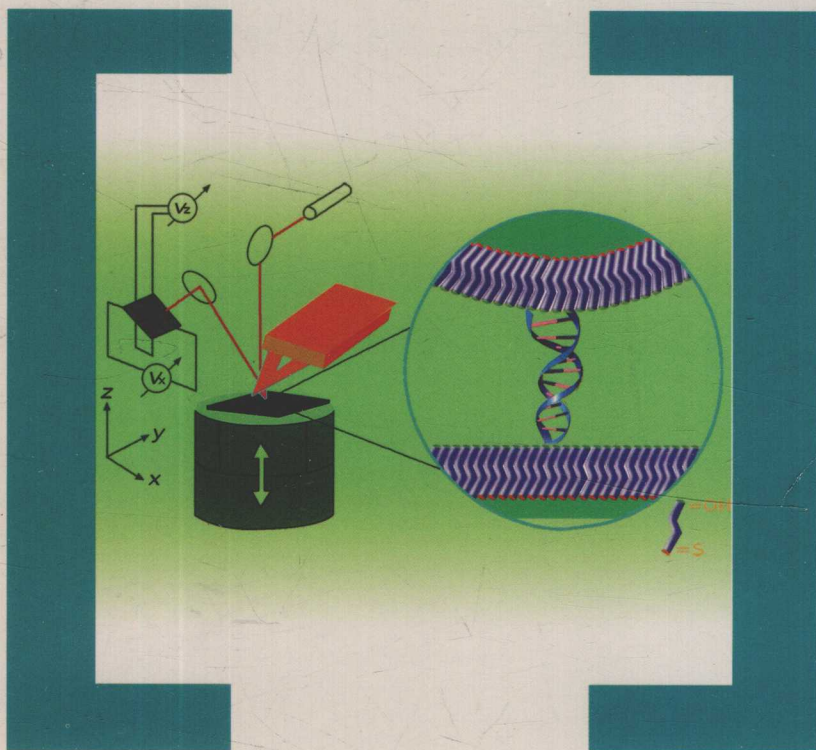
全国普通高等院校工科化学

规划精品教材

仪器分析教程

Yiqi Fenxi Jiaocheng

刘坤平 主编
刘 菟



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

QGPTGDYXGKH XGHJPJC

仪器分析教程

主 编 刘坤平 刘 嵬
副主编 谭 欢 何 钢
参 编 孙晓华 谢贞建 杨 晨 任凤英
李 婧 李惠茗 李小红 颜 军
梁 立

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

全书共分六篇 26 章,内容包括:光谱分析篇(光谱分析导论、原子发射光谱法、原子吸收光谱法、紫外-可见吸收光谱法、红外吸收光谱法、核磁共振波谱法、激光拉曼光谱法、分子发光分析法、X 射线光谱法);色谱分析篇(色谱分析导论、气相色谱法、高效液相色谱法、高效毛细管电泳和毛细管电动色谱分析法);电化学分析篇(电化学分析导论、电位分析法、伏安法、电解分析法和库仑法);质谱分析篇(质谱分析法、质谱联用分析技术);表面分析篇(扫描电子显微镜、透射电子显微镜、扫描隧道显微镜和原子力显微镜、激光扫描共聚焦显微镜);热分析篇(热分析导论、热重法、差热分析和差示扫描量热法)。

本书可以作为高等学校仪器分析基础课程的教材,也可供相关专业的教师、学生及分析工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

仪器分析教程/刘坤平,刘嵬主编. —武汉:华中科技大学出版社,2019.3
ISBN 978-7-5680-4628-2

I. ①仪… II. ①刘… ②刘… III. ①仪器分析-教材 IV. ①O657

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 221417 号

仪器分析教程

Yiqi Fenxi Jiaocheng

刘坤平 刘 嵬 主编

策划编辑:王新华

责任编辑:王新华 李 佩

封面设计:刘 卉

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:20.5

字 数:517千字

版 次:2019年3月第1版第1次印刷

定 价:48.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

随着科学技术的不断进步,特别是微电子技术和计算机技术的迅猛发展,新的分析方法和仪器不断涌现,仪器分析方法也得以广泛地应用于工业、农业、医药卫生和科学技术等领域。社会的需求使仪器分析课程的教学更加受到重视,所以掌握和应用仪器分析方法是化学及相关专业大学生必须具备的能力。本书在总结长期教学实践的基础上,充分考虑了化学、药学、食品、材料及相关专业 and 不同性质院校本科生的教育、教学特点,从加强基础理论出发,重点阐述常用仪器分析诸方法的基本原理、仪器结构、方法特点、应用范围和实验技术。

全书共分六篇 26 章,结合仪器分析的发展趋势和新时期人才培养的需要进行编写。其内容包括:光谱分析篇(光谱分析导论、原子发射光谱法、原子吸收光谱法、紫外-可见吸收光谱法、红外吸收光谱法、核磁共振波谱法、激光拉曼光谱法、分子发光分析法、X 射线光谱法);色谱分析篇(色谱分析导论、气相色谱法、高效液相色谱法、高效毛细管电泳和毛细管电动色谱分析法);电化学分析篇(电化学分析导论、电位分析法、伏安法、电解分析法和库仑法);质谱分析篇(质谱分析法、质谱联用分析技术);表面分析篇(扫描电子显微镜、透射电子显微镜、扫描隧道显微镜和原子力显微镜、激光扫描共聚焦显微镜);热分析篇(热分析导论、热重法、差热分析和差示扫描量热法)。

本书内容比较新颖,除了一般的定性、定量分析外,更突出物质组成、状态的分析方法,物质结构的分析测试和表征方法。本书可以作为高等学校仪器分析基础课程的教材,也可供相关专业的教师、学生及分析工作者参考。

本书的顺利出版得益于成都大学专项资金的支持及校内多位老师和研究生的帮助,在此一并表示感谢。

编 者

目 录

绪论	(1)
----	-----

光谱分析篇

第 1 章 光谱分析导论	(9)
1.1 电磁辐射的性质	(9)
1.2 光学分析法的分类	(10)
1.3 光学分析仪器	(12)
1.4 光谱分析的发展趋势	(18)
思考题	(19)
参考文献	(19)
第 2 章 原子发射光谱法	(20)
2.1 概述	(20)
2.2 原子发射光谱的基本原理	(22)
2.3 原子发射光谱仪	(26)
2.4 原子发射光谱分析方法	(30)
2.5 干扰及消除方法	(32)
思考题	(34)
参考文献	(34)
第 3 章 原子吸收光谱法	(35)
3.1 概述	(35)
3.2 原子吸收光谱法的基本原理	(36)
3.3 原子吸收分光光度计	(38)
3.4 原子吸收光谱分析方法	(46)
3.5 干扰及消除方法	(50)
思考题	(53)
参考文献	(54)
第 4 章 紫外-可见吸收光谱法	(55)
4.1 分子吸收光谱	(55)
4.2 化合物的紫外-可见吸收光谱	(56)
4.3 影响紫外-可见光谱的因素	(63)
4.4 紫外-可见分光光度计	(65)
4.5 紫外-可见吸收光谱法的应用	(68)
思考题	(74)
参考文献	(74)

第 5 章 红外吸收光谱法	(75)
5.1 概述	(75)
5.2 红外吸收光谱法的基本原理	(76)
5.3 红外吸收光谱与分子结构的关系	(79)
5.4 影响红外吸收光谱的因素	(80)
5.5 红外光谱仪	(81)
5.6 红外吸收光谱法的应用	(84)
思考题	(86)
参考文献	(87)
第 6 章 核磁共振波谱法	(88)
6.1 基本原理	(88)
6.2 屏蔽效应与化学位移	(91)
6.3 氢谱解析	(95)
6.4 偶合常数	(97)
6.5 核磁共振碳谱	(102)
思考题	(106)
参考文献	(107)
第 7 章 激光拉曼光谱法	(108)
7.1 激光拉曼光谱法的基本原理	(108)
7.2 激光拉曼光谱仪	(111)
7.3 激光拉曼光谱法的应用	(113)
思考题	(113)
参考文献	(113)
第 8 章 分子发光分析法	(114)
8.1 概述	(114)
8.2 分子荧光和磷光分析法	(114)
8.3 化学发光分析法	(118)
思考题	(119)
参考文献	(119)
第 9 章 X 射线光谱法	(120)
9.1 X 射线光谱法的基本原理	(120)
9.2 X 射线荧光法	(123)
9.3 X 射线衍射法	(124)
思考题	(126)
参考文献	(126)

色谱分析篇

第 10 章 色谱分析导论	(129)
10.1 概述	(129)

10.2	色谱图及色谱常用术语	(131)
10.3	色谱分析的基本理论及相关概念	(134)
10.4	色谱定性和定量的方法	(142)
	思考题	(145)
	参考文献	(146)
第 11 章	气相色谱法	(148)
11.1	概述	(148)
11.2	气相色谱固定相及其选择	(150)
11.3	气相色谱检测器	(155)
11.4	气相色谱分离操作条件的选择	(163)
11.5	气相色谱分析方法	(165)
11.6	毛细管气相色谱法	(170)
11.7	气相色谱法的应用	(171)
	思考题	(175)
	参考文献	(175)
第 12 章	高效液相色谱法	(176)
12.1	概述	(176)
12.2	高效液相色谱法的分类及分离原理	(176)
12.3	固定相	(179)
12.4	流动相	(182)
12.5	高效液相色谱系统	(184)
12.6	定量、定性分析及其应用	(189)
	思考题	(192)
	参考文献	(192)
第 13 章	高效毛细管电泳和毛细管电动色谱分析法	(193)
13.1	概述	(193)
13.2	毛细管电泳的基本原理	(194)
13.3	毛细管电动色谱	(201)
	思考题	(202)
	参考文献	(202)

电化学分析篇

第 14 章	电化学分析导论	(205)
14.1	电化学分析概论	(205)
14.2	电化学分析方法分类	(210)
	思考题	(212)
	参考文献	(212)
第 15 章	电位分析法	(213)
15.1	离子选择性电极	(213)

15.2	电位法测量溶液的 pH 值	(218)
15.3	电位滴定法	(220)
	思考题	(221)
	参考文献	(222)
第 16 章	伏安法	(223)
16.1	循环伏安法	(223)
16.2	线性扫描伏安法	(225)
16.3	差示脉冲伏安法	(226)
16.4	溶出伏安法	(226)
	思考题	(227)
	参考文献	(228)
第 17 章	电解分析法和库仑法	(229)
17.1	基本原理	(229)
17.2	电解分析法	(231)
17.3	库仑法	(233)
	思考题	(235)
	参考文献	(235)

质谱分析篇

第 18 章	质谱分析法	(239)
18.1	概述	(239)
18.2	有机质谱仪	(240)
18.3	质谱仪的性能指标	(247)
18.4	离子的类型	(249)
18.5	质谱的应用	(252)
	思考题	(254)
	参考文献	(254)
第 19 章	质谱联用分析技术	(255)
19.1	色谱-质谱联用	(255)
19.2	质谱-质谱联用	(258)
	思考题	(260)
	参考文献	(260)

表面分析篇

第 20 章	扫描电子显微镜	(263)
20.1	扫描电子显微镜的基本原理	(263)
20.2	扫描电子显微镜样品的制备	(267)
20.3	扫描电子显微镜的应用	(269)
	思考题	(272)

参考文献	(272)
第 21 章 透射电子显微镜	(273)
21.1 透射电子显微镜的基本原理	(273)
21.2 透射电子显微镜的样品制备	(276)
21.3 透射电子显微镜在科学研究中的应用	(280)
思考题	(282)
参考文献	(282)
第 22 章 扫描隧道显微镜和原子力显微镜	(283)
22.1 扫描隧道显微镜	(283)
22.2 原子力显微镜	(290)
思考题	(296)
参考文献	(296)
第 23 章 激光扫描共聚焦显微镜	(297)
23.1 激光扫描共聚焦显微镜的原理	(297)
23.2 荧光探针的选择和荧光样品的制备	(299)
23.3 激光共聚焦显微镜应用	(302)
思考题	(303)
参考文献	(303)

热分析篇

第 24 章 热分析导论	(307)
思考题	(308)
参考文献	(308)
第 25 章 热重法	(309)
25.1 热重法的基本原理	(309)
25.2 热重法的应用	(310)
思考题	(311)
参考文献	(311)
第 26 章 差热分析和差示扫描量热法	(312)
26.1 基本原理	(312)
26.2 应用	(313)
思考题	(315)
参考文献	(315)

绪 论

仪器分析是利用物质的物理和物理化学性质,采用电学、光学、计算机等先进技术探知物质化学特性的分析方法。因此仪器分析是体现学科交叉、科学与技术高度结合的综合性极强的化学学科的一个分支。这类方法通常是通过测量光、电、磁、声、热等物理量而得到分析结果,而测量这些物理量,一般要使用比较复杂或特殊的仪器设备,故称为“仪器分析”。仪器分析不仅能进行物质的定性和定量分析,而且可以进行物质的结构、价态、状态的分析,微区和薄层分析,微量及超痕量分析等,是分析化学发展的方向。

仪器分析在高等院校化学及其他相关专业的基础课教学中有着重要地位。仪器分析课程信息量大、内容多且较抽象,涉及光学、电学、数学、计算机科学等多个学科的相关知识,教学内容伴随着大量物理原理和物质微观作用,尤其是仪器分析原理部分,往往内容抽象且难于理解。而传统的教学方式手段单一,缺少变化,对学生感官刺激较弱,难以激发学生的兴趣。因此,如何培养和激发学生的学习兴趣,是仪器分析课程教学中应重点关注的问题。

在仪器分析课程教学中,应充分采用多媒体教学手段,可以变抽象为具体,变枯燥为生动,变静态为动态,并可对操作过程进行模拟,使复杂抽象的内容变得形象生动,从而帮助学生充分利用直观感觉和思维去分析比较,加深理解,用较少的时间达到较好的效果。提高仪器分析课程的教学质量,才能取得较好效果。

一、仪器分析和化学分析

1. 分析化学

分析化学是化学学科的一个重要分支,是研究物质的组成、结构、形态等信息及相关理论的一门学科。分析化学的任务是化学测量和表征。

化学测量:获得指定体系中有关物质的组成、含量和结构等各种信息。

表征:精确地描述其成分、含量、价态、状态、结构和分布等特征。

2. 分析化学的分类

(1) 根据分析的任务,分析化学可分为:定性分析、定量分析和结构分析。

(2) 根据分析的对象,分析化学可分为:无机分析和有机分析。

(3) 根据分析所需试样的用量,分析化学可分为:常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析。

(4) 根据分析方法所用手段分类,分析化学可分为:化学分析和仪器分析。

3. 化学分析和仪器分析的本质关系

(1) 化学分析是以物质的化学反应为基础的分析方法。

(2) 仪器分析是以物质的物理性质和物理化学性质(光、电、磁等)为基础的分析方法。

化学分析中,如物质的颜色、状态,及质量、体积等都是物质的物理性质;而仪器分析中也需要借助于许多化学反应,如光度分析中的显色反应,极谱分析中的电化学反应及大多数仪器分析中试样的处理、分离过程中的各种化学反应等。因此,二者间并无严格界线,但是也具有一些明显的差异。

4. 仪器分析和化学分析的不同点

(1) 仪器分析一般都有较强的检测能力。绝对检出限可达到飞克数量级(10^{-15} g),相对检出限可达皮克每毫升($\text{pg} \cdot \text{mL}^{-1}$),可用于痕量组分的测定($<0.01\%$)。化学分析检测能力较差,只能用于常量组分($>1\%$)及微量组分($0.01\% \sim 0.1\%$)的分析。

(2) 仪器分析的取样量一般较少,可用于微量分析($0.1 \sim 10$ mg 或 $0.01 \sim 1$ mL)和超微量分析(<0.1 mg 或 <0.01 mL)。化学分析取样量较大,只能用于常量分析(>0.1 g 或 >10 mL)和半微量分析($0.01 \sim 0.1$ g 或 $1 \sim 10$ mL)。

(3) 仪器分析具有很高的分析效率。例如,流动注射-火焰原子吸收法 1 h 可以测定 120 个试样;光电直读光谱法 2 min 内可测定 20~30 种元素。化学分析法的分析效率较低。例如,滴定分析法完成一次测定需要数分钟,重量分析法则需要数小时。

(4) 仪器分析具有更广泛的使用范围,可用于成分分析,价态、状态及结构分析,无损分析,表面、微区分析,在线分析和活体分析。化学分析只能用于离线的成分分析。

(5) 仪器分析的准确度一般不如化学分析。仪器分析的相对误差通常为 $1\% \sim 5\%$ 。化学分析的相对误差小于 0.2% 。

(6) 仪器分析的设备一般比较复杂,价格比较昂贵。化学分析使用的仪器一般都比较简单。

二、仪器分析方法

仪器分析方法根据测量原理和信号特点,大致分为光学分析法、电化学分析法、色谱法和其他仪器分析法四大类。

1. 光学分析法

根据物质与光波作用产生的辐射信号的变化而建立起来的分析方法,包括光谱法和非光谱法。光谱法是依据物质对电磁辐射的吸收、发射或拉曼散射等作用建立的分析方法。非光谱法是依据电磁波作用于物质之后所引起的反射、折射、衍射、干涉或偏振等基本性质的变化建立的光学分析法。具体的分类如图 0-1 所示。

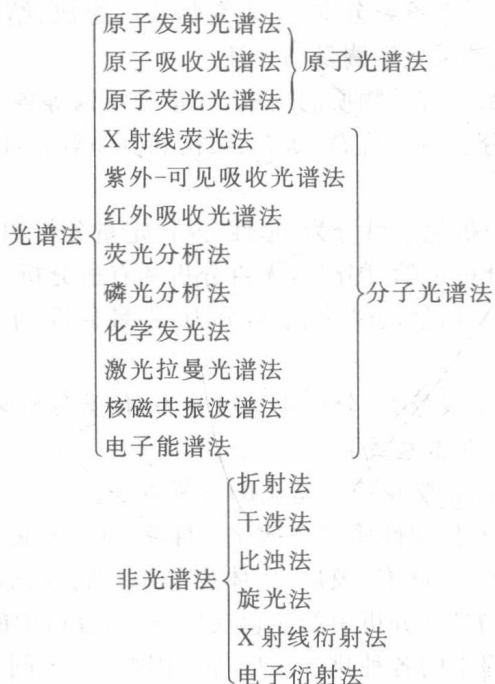


图 0-1 光学分析法分类

2. 电化学分析法

依据物质在溶液中的电化学性质及其变化而建立的分析方法,如图 0-2 所示。

3. 色谱法

根据物质在两相间(流动相和固定相)分配比的差异而进行分离的分析方法,如图 0-3 所示。

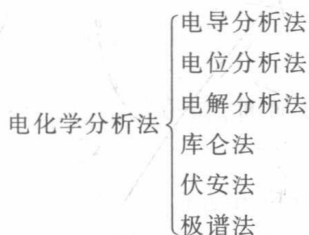


图 0-2 电化学分析法分类

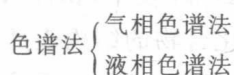


图 0-3 色谱法分类

4. 其他仪器分析方法

包括质谱法、热分析法、表面分析法等。质谱法是根据物质带电粒子的质荷比(质量与电荷的比值)进行定性、定量和结构分析的方法。热分析法是依据物质的质量、体积、热导、反应热等性质与温度之间的动态关系来进行分析的方法,主要包括热重法、差热分析法以及示差扫描量热法等。表面分析法是指对固体表面或界面上只有几个原子层厚的薄层进行分析、测量的方法和技术,包括物质表面组成、结构、形貌和电子能态等,主要手段包括扫描电子显微镜、透射电子显微镜、扫描隧道显微镜和原子力显微镜、激光共聚焦扫描显微镜等。

三、仪器分析的发展概况

1. 分析化学和仪器分析的发展史

分析化学的发展分为三个阶段:

阶段一:16 世纪,天平的出现。分析化学具有了科学的内涵;20 世纪初,依据溶液中四大反应平衡理论,形成了分析化学的理论基础。分析化学由一门操作技术变成一门科学,此为分析化学的第一次变革。

此后至 20 世纪 40 年代,化学分析占主导地位,分析化学=化学分析,仪器分析种类少且精度低。然而越来越多的问题化学分析不能解决,人们急需建立快速、实时检测、痕量分析及物质结构确定等分析方法。

阶段二:20 世纪 40 年代后,分析化学从以化学分析为主的经典分析化学,发展到以仪器分析为主的现代分析化学。仪器分析使分析速度加快,促进了化学工业的发展。这一时期出现了如下一系列重大科学发现,为仪器分析的建立和发展奠定基础。

(1) F. Bloch 和 E. M. Purcell 建立了核磁共振测量法,1952 年获诺贝尔化学奖。

(2) A. J. P. Martin 和 R. L. M. Synge 建立了气相色谱分析法,1952 年获诺贝尔化学奖。

(3) J. Heyrovsky 建立极谱分析法,1959 年获诺贝尔化学奖。

仪器分析的发展引发了分析化学的第二次变革,使化学分析与仪器分析并重,但仪器分析自动化程度较低。

阶段三:20 世纪 80 年代初,计算机的应用成为分析化学第三次变革的标志,主要包括以下三个方面:

(1) 计算机控制的分析数据采集与处理:实现分析过程的连续、快速、实时、智能;促进化学计量学的建立。

(2) 化学计量学(化学信息学):利用数学、统计学的方法选择最佳分析条件,获得最大程度的化学信息。

(3) 以计算机为基础的新仪器的出现:傅里叶变换红外光谱仪、色谱-质谱联用仪等。

2. 仪器分析的应用领域

仪器分析的应用领域可分为以下几个方面。

(1) 社会:体育(兴奋剂)、生活产品质量(食品添加剂、农药残留量)、环境质量(污染实时检测)、法庭化学(DNA 技术,物证);

(2) 化学:新化合物的结构表征;分子层次上的分析方法;

(3) 生命科学:DNA 测序;活体检测;

(4) 环境科学:环境监测;污染物分析;

(5) 材料科学:新材料,结构与性能;

(6) 药物:天然药物的有效成分与结构,构效关系的研究;

(7) 外层空间探索:微型、高效、自动、智能化仪器研制。

3. 仪器分析未来的发展趋势

在仪器分析的发展史上,与其有关的技术开创者曾多次获得诺贝尔奖,这些技术的发展极大地促进了仪器分析的发展。随着科学技术的不断进步,不断有新的仪器出现,而且分析的精度不断提高。因此仪器分析的发展前景非常广阔。

计算机技术在仪器分析中的广泛应用,实现了仪器操作和数据处理的自动化;不同分析方法的联用提高了仪器分析的功能;学科的互相渗透、交叉也需要新的测试手段。总的来说,仪器分析主要是向微型化、自动化、智能化方向发展。

四、如何学习仪器分析

1. 分析仪器和仪器分析

要学好仪器分析这门课程,应该区分两个概念:一是分析仪器,二是仪器分析。两者之间的关系可通过图 0-4 进行对比。

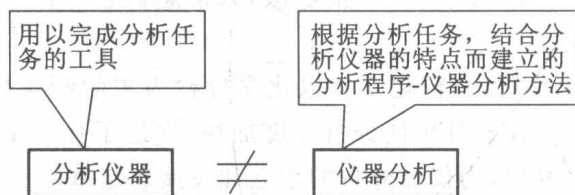


图 0-4 分析仪器与仪器分析的关系

熟悉分析仪器是理解和掌握仪器分析方法的基础。也就是说分析仪器是我们进行仪器分析的工具,要进行仪器分析工作,首先必须掌握所用仪器的结构、使用方法,这样才能为完成分析任务打好基础。

2. 知识结构

如图 0-5 所示,要学好仪器分析,首先应该具备扎实的化学知识,包括无机、有机、分析等

化学知识,并能熟练运用这些化学基础知识分析问题;其次,就是要具备一定的物理学、光电、计算机方面的知识。因为现代的仪器大部分都是电子器件制造出来的,比如光电倍增管、激光光源等,还有就是分析仪器一般都有专门的软件控制(工作站),这就需要有较扎实的计算机基础知识。再次,还要学习好分析仪器的基本工作原理、组成、工作流程及特点等基础知识,这样才能为最终使用分析仪器建立相应的仪器分析方法奠定基础。

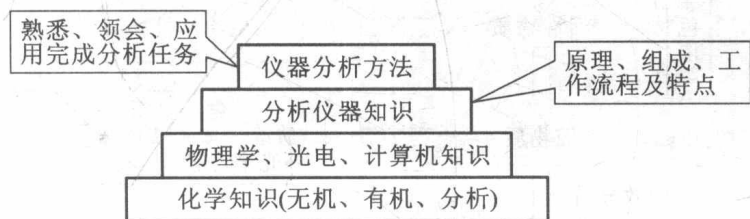


图 0-5 仪器分析的知识结构

3. 学习方法

(1) 抓住主线:特点—原理—用途;重点在原理。

(2) 归纳共性与个性:比如色谱法,共性是复杂混合物的分离分析;个性是要注意不同色谱方法在流动相、分离原理、分析对象上的差异。

(3) 处理好整体与局部:分析仪器—结构流程—关键部件。

(4) 积极查找、利用资料。

只有这样才能在学习仪器分析时,掌握所用分析仪器的组成、工作原理、工作流程及特点。在此基础上,进一步理解和掌握各种仪器分析的方法、原理,并熟练运用。最后,根据要进行的分析任务及其要求,选择适当的分析仪器,运用恰当的分析方法完成分析任务。

下面,用一个例子来分析如何将仪器分析应用到天然药物的研发中,如图 0-6 所示。

对于一个天然产物,我们首先要确定它含有哪些组分。进行成分分析,可以使用色谱、紫外光谱、质谱等进行定性;然后对天然产物中的组分进行提取分离,可以使用萃取等方法;得到的提取物往往是不纯的,包含多种组分,也需要进行成分分析,以确定其中有哪些组分,在提取过程中哪些组分损失了。这些组分中不是每个组分都有效,只有那些具有生物活性的组分对我们来说才是有效的。因此,可以使用制备色谱对提取物进行分离,将得到的各个组分进行生物活性实验并测试其生物活性,确定活性组分,然后对其进行纯化得到活性组分的纯物质。

接下来对活性组分的纯物质进行结构分析以确定其结构,可以采用的方法有质谱、核磁共振谱、红外光谱、紫外光谱等。然后通过构效分析进行活性组分的合成研究。合成出活性组分后,就要进行药物代谢分析、药物动力学分析、三致实验、慢毒实验等,对药理进行研究,可能用到的仪器分析方法有色谱、紫外光谱、质谱、核磁共振谱、红外光谱等。

最后要把所合成的活性组分制成药物就需要进行工艺、制剂以及分析方法的研究,以便确定原料、中间产物和成品的质量标准,可能用到的方法有色谱、紫外光谱等。另外在上市之前还要进行新药申报,并进行临床试验,也就是将药物应用于患者或志愿者进行药物的系统性研究,如不良反应等等,可能会用到紫外光谱、色谱等仪器分析方法。

由这个例子,我们可以看出仪器分析在实际应用中的重要作用,学好这门课程对工作学习有很大的帮助。

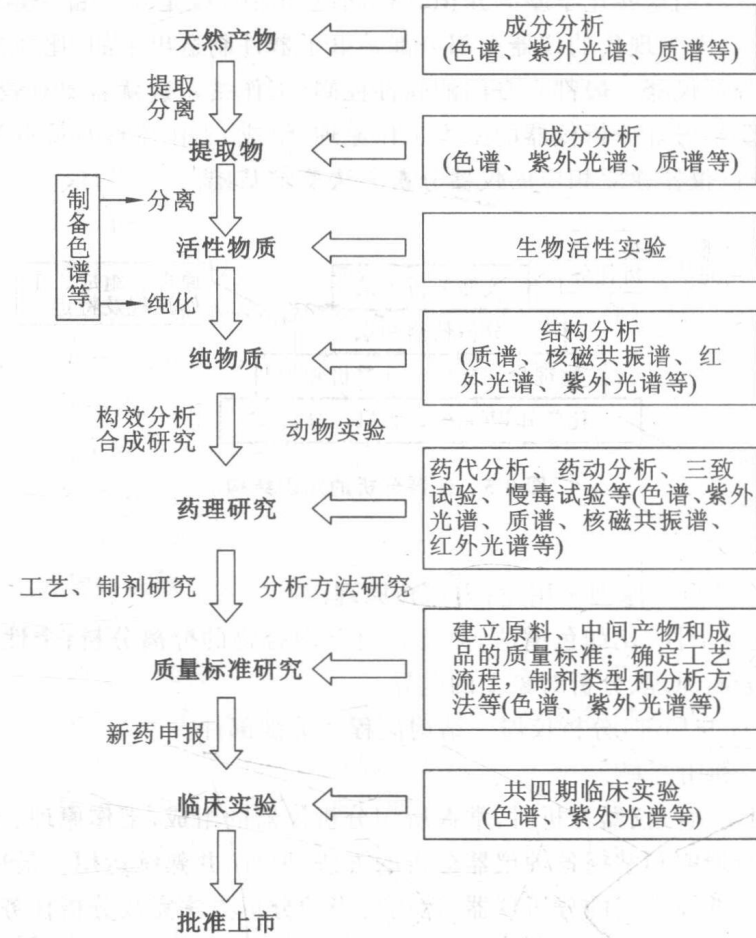


图 0-6 仪器分析在天然药物研发中的应用

光谱分析篇

GUANGPU FENXI PIAN

根据物质与光波作用产生的辐射信号的变化而建立起来的分析方法,称为光学分析法(optical analysis)。光学分析法的理论基础包括两个方面:其一,能量作用于待测物质后产生光辐射;其二,光辐射作用于待测物质后发生某种变化,这种变化是待测物质物理化学特性或者光学特性的改变。基于此建立起来的一系列分析方法,均称为光学分析法。任何光学分析法都包含有三个主要过程:能源提供能量;能量与被测物质相互作用;产生信号。

光学分析法分为光谱法(spectrum method)和非光谱法(non-spectrum method)两类。光谱法是物质与光相互作用时,物质内部发生了量子化的能级跃迁,根据产生的光谱的波长特征和强度特征而进行分析的方法。光谱分析根据不同的分类方式可分为以下几类:

(1) 按光与物质相互作用方式不同,可分为发射光谱法、吸收光谱法、散射光谱法、干涉分析法、衍射分析法、偏振分析法等。

(2) 按受到光作用的微观粒子不同,可分为分子光谱分析法和原子光谱分析法。

(3) 按光谱区不同,可分为紫外光谱、可见光谱、近红外光谱、中红外光谱等光谱分析法。

(4) 按受到光作用的微观粒子的运动层次不同,可分为电子光谱、振动光谱、转动光谱等光谱分析法。非光谱法不涉及物质内部能级跃迁,是通过测量光与物质相互作用时其折射、散射、衍射、干涉和偏振等性质的变化,从而建立起来的一类光学测定法,如旋光法、折光法等。

光谱分析在组分的定性与定量分析中,已成为常规的分析方法。在物质结构分析的四大波谱(紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱及质谱)中,光谱分析占了其中三个,是结构分析中不可缺少的分析工具。光谱分析不仅可以提供物质的量的信息,还可以提供物质的结构信息。如今光谱分析广泛应用于食品、生物、医药、环境、化学等领域,已成为现代仪器分析方法的重要组成部分。

