

高职高专药学类专业创新教材
供药学类专业使用

仪器分析技术

—— 主编 王润霞 叶桦珍 ——

高职高专药学类专业创新教材

(供药学类专业使用)

仪器分析技术

主 编 王润霞 叶桦珍

副主编 李明梅 周 博 周建庆

编 者 (以姓氏笔画为序)

王润霞 (安徽医学高等专科学校)

王瑞娜 (泉州医学高等专科学校)

叶桦珍 (福建卫生职业技术学院)

李明梅 (盐城卫生职业技术学院)

杨 惠 (湖南中医药高等专科学校)

张 颖 (安徽中医药高等专科学校)

张发喜 (福州海王福药制药有限公司)

周 博 (杨凌职业技术学院)

周建庆 (安徽医学高等专科学校)

彭 颀 (湖北职业技术学院)



人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

仪器分析技术/王润霞等主编. —北京: 人民卫生出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-117-16158-9

I. ①仪… II. ①王… III. ①仪器分析-高等职业教育-教材 IV. ①O657

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 145276 号

门户网: www.pmph.com 出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

仪器分析技术

主 编: 王润霞 叶桦珍

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830
010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12

字 数: 300 千字

版 次: 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-16158-9/R · 16159

定 价: 26.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

高职高专药学类专业创新教材

编写委员会成员名单

总 主 编 林春明

副总主编 郭素华 朱世泽 王 斌 廖伟坚

编 委 (以姓氏笔画为序)

于沙蔚 马旭东 王长连 王明军 王润霞

史道华 刘文娟 刘璎婷 朱扶蓉 宋海南

张钦德 杨丽珠 杨宗发 陈天顺 陈瑄瑄

周 勤 林 萍 林小兰 郑韵芳 倪 峰

郭幼红 郭宝云 盖一峰 黄幼霞 甄会贤

蔡扬帆

秘 书 林颖峰

出版说明

高职高专药学类专业创新教材编写委员会

为进一步贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)精神,强化学生职业技能培养和以就业为导向的课程建设与改革,适应当前我国医药行业高速发展和高等职业教育教学改革的需要,高职高专药学类专业创新教材编写委员会在人民卫生出版社的指导和大力支持下,组织一批具有丰富教学经验和实践经验的教师与专家共同参与,对药学专业的相关课程体系和课程标准展开调查与分析,深入研究药学专业所对应的职业岗位(群)的任职要求和有关职业资格标准,编写了本套教材。

在教材编写过程中,坚持教材建设的“三基(基本理论、基本知识、基本技能)、五性(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性)”,以培养高端技能型应用人才为核心,以就业为导向,以能力为本位,以学生为主体的指导思想和原则。语言通俗,简化理论,侧重应用。

本套教材坚持“理实一体”,整体优化。基础课教材围绕后续药学专业核心课程教材的内容需要编写;专业课教材根据岗位需要或工作过程而设计,与生产实践、职业资格标准(技能鉴定)对接。“以例释理”,将基础理论融入大量的实例解析或案例分析中,以培养学生应用理论知识分析问题和解决问题的能力。

教材编写形式模块化,插入了“学习导航”、“案例/问题”、“小贴士”、“专家提示”、“你问我答”、“案例分析”、“瞭望台”、“学习小结”、“自我测评”等模块,有助于激发学生的学习兴趣,拓展专业知识视野,强化知识的应用和技能的培养,突出了教材的实用性和可读性。

本套教材充分体现理论与实践的结合,知识传授与能力、素质培养的结合,可供三年制高职高专药学、医学检验、卫生管理等相关医药学专业使用。

本套教材编写得到了数十所院校和部分医院、企业领导、专家及教师的积极支持和参与。在此,向有关单位领导和个人表示衷心的感谢!

希望本套教材对高端技能型药学专门人才的培养和教育教学改革能够产生积极的推动作用;更希望各位教师、学生在使用过程中能将意见反馈给我们,以便及时更正和修订完善。

高职高专药学类专业创新教材编写委员会

人民卫生出版社

2012年6月

附:高职高专药学类专业创新教材

目 录

序号	教材名称	主编	单位
1	无机化学及化学分析	郭幼红	泉州医学高等专科学校
		张 威	江苏建康职业学院
2	正常人体结构与功能	林 萍	福建卫生职业技术学院
		盖一峰	山东中医药高等专科学校
3	生物化学	刘瓔婷	福建卫生职业技术学院
		付达华	漳州卫生职业学院
4	微生物学与免疫学	郑韵芳	福建卫生职业技术学院
		王 剑	漳州卫生职业学院
5	医药数理统计	杨宗发	重庆医药高等专科学校
		刘宝山	黑龙江护理高等专科学校
6	有机化学	宋海南	安徽医学高等专科学校
		罗婉妹	泉州医学高等专科学校
7	仪器分析技术	王润霞	安徽医学高等专科学校
		叶桦珍	福建卫生职业技术学院
8	临床医学概要	陈瑄瑄	漳州卫生职业学院
		刘庆国	厦门医学高等专科学校
9	天然药物学基础与应用	朱扶蓉	福建卫生职业技术学院
		彭学著	湖南中医药高等专科学校
10	天然药物化学技术	郭素华	漳州卫生职业学院
		唐荣耀	福建卫生职业技术学院
11	药理学	倪 峰	福建卫生职业技术学院
		杨丽珠	漳州卫生职业学院
12	药物化学	刘文娟	山西药科职业学院
		林小兰	福建卫生职业技术学院

序号	教材名称	主编	单位
13	药物制剂技术	王明军	厦门医学高等专科学校
		陈筱瑜	福建卫生职业技术学院
14	药事管理与法规	蔡扬帆	漳州卫生职业学院
		刘叶飞	湖南中医药高等专科学校
15	药物检验技术	甄会贤	山西药科职业学院
		黄建凡	福建卫生职业技术学院
16	医药市场营销	张钦德	山东中医药高等专科学校
		章立新	衢州职业技术学院
17	医院药学概要	史道华	福建省妇幼保健院
		潘雪丰	福建卫生职业技术学院
18	中医药学概论	林春明	福建卫生职业技术学院
		郭宝云	漳州卫生职业学院
19	临床药物治疗学概论	黄幼霞	泉州医学高等专科学校
		周勤	厦门医学高等专科学校
20	实用药学服务知识与技能	王长连	福建医科大学附属第一医院
		洪常青	福建卫生职业技术学院

目 录

第一章 绪论	1
第一节 仪器分析的概念	1
第二节 仪器分析的分类	2
第三节 分析仪器的组成	2
一、分析仪器的基本组成部分	2
二、分析仪器的性能指标	3
第四节 仪器分析发展趋势	4
第二章 光学分析法概论	7
第一节 光的基本性质	7
一、电磁辐射	7
二、电磁波谱	8
第二节 光谱的产生	8
一、电磁辐射与物质的相互作用	8
二、电磁辐射与物质作用常用的术语	9
三、光谱在检测中的应用	9
第三节 光学分析法的分类与特点	10
一、原子光谱法和分子光谱法	10
二、吸收光谱和发射光谱	11
三、其他光学分析法	11
四、光学分析法的特点	12
第四节 在药物分析中的应用	12
一、在性状方面的应用	12
二、在鉴别方面的应用	12
三、在检查方面的应用	13
四、在含量测定方面的应用	13
第三章 紫外-可见分光光度法	16
第一节 基本原理	16
一、吸光度和透光率	16
二、光的吸收定律	16
三、吸光系数	18
四、吸收光谱曲线	18
第二节 紫外-可见分光光度计	19
一、基本结构	19
二、基本类型	20
三、基本操作	21

四、性能检定	24
五、维护和保养	25
第三节 在药物分析中的应用	26
一、在鉴别方面的应用	26
二、在检查方面的应用	27
三、在含量测定方面的应用	27
第四章 红外分光光度法	31
第一节 概述	31
第二节 基本原理	32
一、分子振动能级和振动形式	32
二、振动自由度	33
三、红外吸收光谱产生的条件	34
四、吸收峰的位置	34
五、吸收峰的强度	36
第三节 红外吸收光谱的重要区段	37
一、红外吸收光谱中的几个重要术语	37
二、红外吸收光谱的重要区段	37
第四节 红外分光光度计	38
一、红外分光光度计的类型	38
二、主要部件	39
三、试样的制备	39
四、基本操作及注意事项	40
第五节 在药物分析中的应用	41
一、已知化合物的定性鉴别	41
二、未知化合物的结构分析	41
第五章 其他光学分析法	46
第一节 荧光分光光度法	46
一、基本原理	46
二、荧光分光光度计	48
三、在药物分析中的应用	49
第二节 原子吸收分光光度法	50
一、基本原理	50
二、原子吸收分光光度计	52
三、在药物分析中的应用	56
第三节 旋光分析法	56
一、基本原理	57
二、旋光仪	57
三、在药物分析中的应用	58
第四节 折光分析法	59
一、基本原理	59
二、折光仪	60
三、在药物分析中的应用	61
第六章 电化学分析法	64

第一节 概述	64
一、电化学分析法的定义与分类	64
二、化学电池与电极电位	64
三、参比电极	65
四、指示电极	66
第二节 溶液 pH 测定法	67
一、基本原理	67
二、酸度计	68
三、应用	69
第三节 电位滴定法	69
一、基本原理	69
二、确定电位滴定终点的方法	70
三、应用	71
第四节 永停滴定法	72
一、基本原理	72
二、永停滴定仪	73
三、应用	74
第五节 电导分析法	74
一、基本原理	75
二、电导测量装置	75
三、应用	76
第七章 色谱法概论	79
第一节 概述	79
一、色谱法的产生和发展	79
二、色谱法的特点与分类	80
三、色谱过程	81
第二节 基本概念	81
一、色谱图	81
二、保留值	82
三、相平衡参数	83
四、分离参数	84
第三节 基本理论	84
一、塔板理论	84
二、速率理论	85
第四节 基本色谱法	87
一、吸附色谱法	87
二、分配色谱法	88
三、离子交换色谱法	89
四、分子排阻色谱法	90
第五节 色谱系统适用性试验	91
一、理论塔板数	91
二、分离度	91
三、重复性	91

四、拖尾因子	92
第八章 薄层色谱法	96
第一节 基本原理	96
一、比移值与相对比移值	96
二、TLC 固定相	97
三、TLC 流动相	98
第二节 操作方法	99
一、制板	99
二、点样	100
三、展开	101
四、斑点定位	102
五、结果分析	103
第三节 在药物分析中的应用	103
一、在鉴别方面的应用	103
二、在检查方面的应用	104
三、在含量测定方面的应用	104
第九章 气相色谱法	110
第一节 概述	110
一、气相色谱法的特点	110
二、气相色谱法的主要类型	110
三、气相色谱法的应用	111
第二节 气相色谱仪	111
一、基本结构	111
二、基本操作	113
三、注意事项	114
第三节 实验条件的选择	114
一、载气类型及其流速的选择	114
二、进样量与进样方式的选择	114
三、色谱柱的选择	115
四、检测器种类的选择	116
五、温度的选择	116
第四节 在药物分析中的应用	117
一、在鉴别方面的应用	117
二、在含量测定与检查方面的应用	118
第十章 高效液相色谱法	125
第一节 概述	125
一、HPLC 的特点	125
二、HPLC 的主要类型	125
第二节 色谱柱	126
一、柱管	126
二、色谱柱填料	127
三、色谱柱的使用及保存	128
第三节 流动相	129

一、对流动相的要求	129
二、流动相的选择方法	129
三、洗脱方式	130
第四节 高效液相色谱仪	130
一、基本结构	130
二、基本操作	134
第五节 在药物分析中的应用	134
一、在药物鉴别中的应用	134
二、在药物检查中的应用	135
三、在药物含量测定中的应用	135
第十一章 电泳法和毛细管电泳法	139
第一节 电泳法	139
一、基本原理	140
二、仪器装置与基本操作方法	140
三、常用电泳方法	141
第二节 毛细管电泳法	142
一、基本原理	143
二、毛细管电泳仪	144
三、在药物分析中的应用	145
实训项目	148
实训一 邻二氮菲分光光度法测定铁条件试验	148
实训二 维生素 B ₁₂ 注射液的鉴别和含量测定	150
实训三 葡萄糖原料药的红外光谱绘制	151
实训四 荧光分光光度法测定维生素 B ₂ 片的含量	151
实训五 原子吸收分光光度法测定中草药中锌的含量	153
实训六 直接电位法测定溶液的 pH	155
实训七 亚硝酸钠滴定液的配制和标定	156
实训八 蜂胶的薄层色谱鉴别	157
实训九 维生素 C 颗粒的薄层色谱鉴别	159
实训十 甘草流浸膏中乙醇含量的测定	160
实训十一 头孢唑林钠中残留溶剂丙酮的含量测定	162
实训十二 高效液相色谱法测定肌苷注射液的含量	164
实训十三 甲硝唑注射液有关物质的检查	165
实训十四 蛋白质的分子量测定	166
学习目标	169
自我测评参考答案	171
主要参考书目	178
附录	179
附表 1 相对原子质量表(2005 年国际原子量)	179
附表 2 常见化合物的相对分子质量表	179

第一章 绪 论



学习导航

食品安全关乎人类的健康安全,近年来已经引起世界各国政府的高度重视,检测肉类食品中残留的药物和残留的各种激素、检测粮食中的农药残留,越来越成为更多国家认可的方法。要完成上述检测,经常用到光谱和色谱仪器进行检测。

本章介绍了仪器分析技术的概念、特点、分类及发展趋势。阐述了仪器分析技术在药物研发、生产和质量检验方面的重要作用。

第一节 仪器分析的概念

分析化学是一门信息科学,是研究获得物质化学组成,结构信息,分析方法及相关理论的科学。它的发展水平是衡量一个国家科学技术水平的重要指标。

分析化学包括化学分析和仪器分析两大部分(表 1-1)。

表 1-1 化学分析和仪器分析的定义、特点与地位

	分析化学	
	仪器分析	化学分析
定义	仪器分析是以物质的物理或物理化学性质为基础,利用较特殊的仪器,对物质进行定性分析、定量分析、形态和结构分析的一类测定方法	化学分析是指利用化学反应以及化学计量关系来确定被测物质含量的一类分析方法
特点	灵敏度高,可测定含量极低的组分;选择性好,适于复杂组分的分析;分析迅速,适于批量试样分析;适于痕量组分的测定;可以自动化完成检测分析	仪器简单、操作简便、分析快速、准确度好,适用于组分含量在 1% 以上各种物质的测定常量分析,应用广泛
发展前景	仪器分析在现代分析技术中占有主导地位,是分析化学发展的方向,并推动现代分析化学的发展	因受检测结果精密度和检测对象的限制,其发展缓慢,应用范围逐渐萎缩,在现代实际应用较少
两者关系	仪器分析所用样品的前处理过程中,需要化学分析;仪器分析一般都要用标准物质进行定量工作曲线校准,而很多标准物质需要化学分析法进行准确含量的测定。因此,两者是“分析化学的两大支柱,唇齿相依,相辅相成,彼此相得益彰”	

随着现代科学技术的发展,各种结构新颖的化合物及具有特定疗效的新型药物不断地被开发出来,因此,快速、准确地测定其有效成分的结构或含量也就显得越来越重要了。此时使用经典的化学分析方法获取的信息已经很难确定物质的成分及含量,必须使用现代的

仪器分析方法才能奏效。在最终测量过程中,利用物质的物理或物理化学性质,凭借各类检测设备来获得定性、定量、结构以及解决实际问题的信息。

第二节 仪器分析的分类

常见的仪器分析主要分为三类:电化学分析法、色谱分析法和光学分析法。

电化学分析法是建立在溶液电化学性质基础上的一类分析方法,包括电位分析法,电重量分析和库仑分析法,伏安法和极谱分析法以及电导分析法等。

色谱分析法是利用混合物中各组分的物理或物理化学性质不同来达到分离的目的。分离后的组分可以进行定性或定量分析,有时分离和测定同时进行,有时先分离后测定。色谱法包括气相色谱法和液相色谱法等。

光学分析法是建立在物质与电磁辐射相互作用基础上的一类分析方法,包括原子发射光谱法、原子吸收光谱法、紫外-可见吸收光谱法、红外吸收光谱法、核磁共振波谱法和荧光光谱法等。

表 1-2 列出了仪器分析的类型、测量的重要参数(或有关性质)以及相应的仪器分析方法。

表 1-2 仪器分析分类

方法类型	测量参数或有关性质	相应的分析方法
电化学分析法	电导	电导分析法
	电位	电位分析法,计时电位法
	电流	电流滴定法
	电流-电压	伏安法,极谱分析法
	电量	库仑分析法
色谱法	两相间分配	气相色谱法,液相色谱法,离子色谱法
光学分析法	辐射的发射	原子发射光谱法,火焰光度法等
	辐射的吸收	原子吸收光谱法,分光光度法(紫外、可见、红外),核磁共振波谱法,荧光光谱法
	辐射的散射	比浊法,拉曼光谱法,散射浊度法
	辐射的折射	折射法,干涉法
	辐射的衍射	X射线衍射法,电子衍射法
	辐射的转动	偏振法,旋光色散法,圆二色性法
热分析法	热性质	热重法,差热分析法

第三节 分析仪器的组成

一、分析仪器的基本组成部分

仪器分析测定时需要使用各种分析仪器。分析仪器自动化程度越高,仪器结构就越复杂。然而,不管分析仪器如何复杂,一般来说均由信号发生器、检测器、信号处理器和读出装

置四个基本部分组成,部分分析仪器的基本组成如表 1-3 所示。

表 1-3 部分分析仪器的基本组成

仪器	信号发生器	分析信号	检测器	输入信号	信号处理器	读出装置
pH 计	样品	氢离子活度	pH 玻璃电极	电位	放大器	数字显示
比色计	钨灯, 样品	衰减光束	光电池	电流		表头
紫外 - 可见 吸收分光光 度计	钨灯或氢灯, 样品	衰减光束	光电倍增管	电流	放大器	表头、记录 仪或打印机
库仑计	直流电源样品	电流	电极	电流	放大器	数字显示
液相色谱仪	样品	电流	检测器	电流	放大器	记录仪或打 印机
气相色谱仪	样品	电阻或电流	检测器	电阻	放大器	记录仪或打 印机

信号发生器使样品产生信号,它也可以是样品本身。对于 pH 计而言,其信号就是溶液中的氢离子活度;而对于紫外 - 可见分光光度计而言,其信号发生器除样品外,还有钨灯或氢灯等。

检测器(传感器)是将某种类型的信号转换成可测定的电信号的器件,是实现信号检测不可缺少的部分。检测器分为电流源、电压源和可变电阻检测器三种。如紫外 - 可见分光光度计中的光电倍增管是将光信号转换成电流的器件;电位分析法中的离子选择电极是将物质的浓度转换成电极电位的器件等。

信号处理器将微弱的电信号用电子元件组成的电路加以放大,便于读出装置指示或记录信号。

读出装置将信号处理器放大的信号显示出来,其形式有表头、数字显示器、记录仪、打印机、荧光屏或用计算机处理等。

二、分析仪器的性能指标

每一种仪器性能指标都不一样,以下所列的仅为主要的性能指标,具体到每种仪器还有自身独有的性能指标。仪器的主要性能指标包括:灵敏度、检出限、重复性、准确度、分辨率、稳定性、线性范围、响应时间等。

1. 灵敏度 指分析仪器在稳定条件下对被测量物微小变化的响应。例如分析天平按照灵敏度划分,就可有千分之一、万分之一、十万分之一等多种型号。

2. 检出限 指能产生一个确证在样品中存在被测物质的分析信号所需的该物质的最小含量或最小浓度,是表征和评价分析仪器检测能力的基本指标。

3. 重复性 又称重复性误差。是指仪器在检测条件不变的情况下,多次分析结果之间的偏差。其数值越小越好。

4. 准确度 指在一定检测条件下,多次测定的均匀值与真实值相符合的程度,表示仪器的指示值接近真实值的能力。

5. 分辨率 又称分辨力或分辨能力,是指仪器能区分开相邻两个测量值的能力。

6. 稳定性 指在规定的工作条件下,仪器保持其计量特性不变的能力。稳定性可用噪

声和漂移来表征。

7. 线性范围 指校正曲线所跨越的最大线性区间,用于表示对被测组分含量或浓度的适应性。仪器的线性范围越宽越好。

8. 响应时间 指从仪器的信号值达稳定所需要的时间。仪器的响应时间越短越好。

每一位化学工作者必须掌握仪器分析的原理和应用,只有这样,才能懂得仪器分析各方法的适用性、灵敏度和准确度,才能在解决某个具体问题的许多途径中作出合理的选择,提高分析问题和解决问题的能力。

第四节 仪器分析发展趋势

随着现代科学技术的发展、生产的需要和人民生活水平的提高,对分析化学提出了新的要求,特别是近几年来,医药卫生、生命科学、材料科学、资源调查和环保科学的进展和深入研究,对分析化学提出更为苛刻的要求。为了适应科学发展,仪器分析随之也将出现以下发展趋势。

1. 创新方法 不断提高仪器分析方法的灵敏度、选择性和准确度。发展各种选择性检测技术和多组分同时分析技术等,是当前仪器分析研究的重要课题。

2. 分析仪器趋向智能化、自动化 运用分析仪器上的分析软件,不仅运算分析结果,而且可以贮存分析方法和标准数据,控制仪器的全部操作,实现分析操作自动化和智能化。

3. 新型动态和非破坏性分析检测进一步完善 离线的分析检测不能直接、瞬时、准确地反映实际生产和生命环境的情景实况,不能及时控制过程。运用先进的技术和分析原理研究建立有效的实时、在线和高选择性、高灵敏度的新型动态分析检测和非破坏性检测,将是仪器分析发展的主流。目前生物传感器如酶传感器、免疫传感器、DNA 传感器、细胞传感器等不断涌现;纳米传感器的出现为在线分析带来了机遇。

4. 扩展时空多维信息 随着环境科学、宇宙科学、能源科学、生命科学、临床化学、生物医学等学科的兴起,现代仪器分析的发展已不局限于将待测组分分离出来进行表征和测量,而是成为一门为物质提供尽可能多的化学信息的科学。采用现代核磁共振光谱、质谱、红外光谱等分析方法,可提供有机物分子的精细结构、空间排列构型及瞬态变化等信息,为人们了解化学反应历程及生命

小贴士

现代科技已发展出一种体积小、可携式并可像徽章一般随身佩戴的化学感测器,可在多元应用领域中,包含军事、医疗、食品及工业安全等。其最难得的技术则是把所有技术集中于体积微小的个人用产品上,如贴片或徽章般可随身使用的物件。列入这种微小化感测器除了可检测特定癌症产生的蛋白质,还可检测药品临床试验的功效等。

你问我答

目前,药物质量检测仪器研发的发展趋势有哪些?

小贴士

色谱-质谱联用技术是当代最重要的分离和鉴定分析方法之一。目前,液-质联用技术已成为分离、鉴定各种化合物的重要手段之一,它集 LC 的高分离能力和 MS 的高灵敏度、高选择性于一体。近年来,液-质联用技术的应用已非常广泛,在医药领域,研究较多的方面有药物及其代谢产物、天然产物化学成分分析、残留物分析、生物大分子分析和临床诊断等。

的认识提供了重要基础。

5. 多种方法的联合使用 仪器分析方法的联合使用可以使每种方法的优点得以发挥,取长补短,达到 $1+1>2$ 的效果。联用分析技术已成为当前仪器分析的重要方向。

总之,仪器分析正在向准确、快速、灵敏、自动化及适应特殊分析的方向迅速延伸。



学习小结

知识要点	内 容
仪器分析的特点	灵敏度高,检出限低;选择性好;操作简便,分析速度快;易于实现自动化和智能化;应用范围广
仪器分析的分类	常见的仪器分析主要分为3类:电化学分析法、色谱法和光学分析法
分析仪器的组成	一般来说均由信号发生器、检测器、信号处理器和读出装置4个基本部分组成
分析仪器的主要性能指标	主要包括:灵敏度、准确度、精密度、检出限、线性范围、响应时间等



自我测评

单项选择题

- 对仪器灵敏度和检出限之间关系描述不正确的是()
 - 灵敏度高则检出限必然低
 - 由于噪声的存在,单纯灵敏度高并不能保证有低的检出限
 - 灵敏度和检出限是密切相关的两个指标
 - 仪器的线性范围越宽越好
- 提高分析仪器性能的关键是()
 - 提高仪器的自动化程度
 - 降低仪器的噪声
 - 提高仪器的灵敏度
 - 提高仪器的信噪比
- 分析方法灵敏度和精密度的综合指标是()
 - 检出限
 - 标准曲线的斜率
 - 重复性
 - 再现性
- 按照能量递减,下列正确的顺序是()
 - 可见光、紫外光、X射线、微波
 - X射线、紫外光、红外线、微波
 - 无线电波、可见光、X射线、微波
 - 微波、红外线、紫外光、X射线
- 下列叙述正确的是()
 - 波长越长,能量越大
 - 频率越低,能量越大
 - 频率越高,能量越高
 - 波长越短,能量越小
- 红外光区、紫外区、可见区、射频4个电磁波区中,能量最小的区域为()