

仪器分析教学标准

课内学时数：72

适用的专业范围及层次：分析检验技术（专业课）

学分：4

考核方式：考试

编制人：谢晓龙

说 明

一、教学目的和要求

1.教学目的：

通过本课程的学习，应使学生对仪器分析这一领域有较全面的认识，熟练掌握各类仪器分析方法的基本原理、仪器构造、应用特点及分析过程，了解各类分析仪器及相关方法发展的新方向和新动态，初步具有根据分析的目的、要求和各种仪器分析方法的特点及应用范围选择适宜的方法以解决有关问题的能力，从而为其以后的工作、科研及进一步学习奠定基础。

思政育人：培养实事求是、公平公正检验、一丝不苟，科学严谨，细心等的职业素养。树立干一行、爱一行，专一行，技能宝贵、劳动光荣、创造伟大的思想，崇尚立志走技能成才、技术致富、技能报国之路。

2.教学要求：

熟练掌握各类仪器分析方法的基本原理、应用特点、适用对象、分析过程及方法，熟悉仪器构造、各重要组成部分的作用及对分析的影响，了解各类分析仪器及相关方法发展的新方向和新动态，初步具有根据分析的目的、要求和各种仪器分析方法的特点、应用范围，选择适宜的分析方法以解决分析化学问题的能力。

3.课程思政

有机融入课程思政，将科学素养、实事求是、工匠精神、劳模精神、大国工匠等思政元素，通过案例、课程内容灵活巧妙融入课程中。

本大纲采用我国法定计量单位。

二、课程内容和学时分配

根据教学计划规定的学时数，理论课 54 学时，实验为 9 学时，具体学时分配如下表，供参考。

课程内容和学时分配表

| 章数 | 内 容 | 理论课时 | 实验课时 | 小计 |
|-----|------------|------|------|----|
| 1 | 绪论 | 2 | | 2 |
| 2 | 电位分析法 | 10 | 3 | 13 |
| 3 | 紫外—可见分光光度法 | 10 | 6 | 15 |
| 4 | 原子吸收光谱法 | 8 | 3 | 11 |
| 5 | 气相色谱法 | 10 | 3 | 13 |
| 6 | 高效液相色谱法 | 10 | 3 | 13 |
| 7 | 复习 | 4 | | 4 |
| 8 | | | | |
| | 考试 | | | |
| 合 计 | | 54 | 18 | 72 |

三、教学建议

原则上教师应该遵照教学大纲的要求，以及大纲所确定的基本内容完成教学任务，但对教学内容的顺序安排，教学时数的分配等方面，可根据实际情况灵活处理。凡注上*号的内容，可作为学生自学内容或任课教师根据情况自行选择讲授。

四、理论教学部分

（一）绪论

1. 了解仪器分析课程的性质、任务和基本要求。
2. 掌握仪器分析的概念，与化学分析的区别与联系。
3. 了解仪器分析的方法分类、应用与发展趋势。

（二）电位分析法

1. 基本原理

- (1) 了解电位分析法的分类及其特点，理解电极电位与溶液中离子活度的关系式，并掌握其应用。
- (2) 了解指示电极、参比电极的类型和特点，理解 pH 玻璃电极、饱和甘汞电极、pH 复合电极、氟离子选择电极的基本结构、电极的主要技术性能，掌握它们的使用范围、使用方法及维护保养。

2. 直接电位法

- (1) 理解电位法测定溶液 pH 的基本原理、工作电池的组成、电池电动势与溶液 pH 的关系。
- (2) 理解 pH 操作定义，掌握不同 pH 标准缓冲溶液的组成、配制和选择方法。
- (3) 理解温度对 pH 测定的影响，掌握消除影响的方法。
- (4) 了解酸度计的构造原理，掌握酸度计的使用和日常维护保养方法。
- (5) 理解测定溶液离子活（浓）度的基本原理，掌握工作电池电动势与离子活度的关系。
- (6) 了解测定溶液离子浓度的定量分析方法，掌握直读法和标准曲线法的定量方法。
- (7) 理解总离子强度调节缓冲剂的组成及其在测定离子浓度时的作用。
- (8) 了解离子计的构造原理，掌握离子计的使用和日常维护保养方法。

3. 电位滴定法

- (1) 理解电位滴定法的基本原理，了解方法特点和应用。

- (2)掌握电位滴定法的基本仪器装置和电极选择方法。
- (3)了解自动电位滴定仪的基本结构和特点,掌握其使用方法。
- (4)掌握电位滴定终点确定方法(E-V曲线法、 $\Delta E/\Delta V-V$ 曲线法、二次微商法)。

(三) 紫外-可见分光光度法

1. 概述

掌握紫外与可见分光光度法的分类、特点和应用范围。

2. 基本原理

- (1)了解光的基本特性(波粒二象性)和波谱区的划分。
- (2)理解物质颜色和光吸收的关系,掌握吸收光谱有关术语、吸收曲线绘制方法和应用。
- (3)掌握光吸收定律及应用范围,掌握吸光度、透射比、吸收系数、摩尔吸收系数等名词概念及其应用。
- (4)理解吸光度的加和性及其应用。

3. 紫外-可见分光光度计

- (1)掌握单光束型紫外-可见分光光度计的基本组成部分和主要部件的作用。
- (2)了解常用紫外-可见分光光度计的型号和主要性能,掌握其使用方法。
- (3)掌握紫外-可见分光光度计波长准确度、吸收池的配套性检验方法和仪器的日常维护保养方法。

4. 可见分光光度法

- (1)掌握可见分光光度法对显色反应的要求、常用显色剂,理解显色条件对显色反应的影响,掌握显色条件的选择方法。
- (2)掌握光度测量条件(入射光波长、参比溶液、吸光度范围)对测量准确度的影响,掌握测量条件的选择和控制方法。
- (3)掌握分光光度法的定量依据和方法(工作曲线法、比较法),掌握杂质测定用标准溶液的制备、工作曲线的绘制方法和线性回归方程的建立。
- (4)理解多种吸光组分体系的分析方法和应用。
- (5)了解可见分光光度法的分析误差和应用。

5. 目视比色法

掌握目视比色法的原理、对比色管的要求和比色方法。

6. 紫外分光光度法

- (1)了解紫外吸收光谱的产生,掌握生色团、助色团、吸收带及有关术语。
- (2)了解常见有机化合物的紫外吸收光谱,理解溶剂效应对吸收光谱的影响。
- (3)理解紫外定性鉴别方法,掌握定量分析依据和方法,了解其应用。

(四) 气相色谱分析法

1. 方法原理

- (1)了解气相色谱法的由来、发展、分类、方法特点和应用范围。
- (2)掌握气相色谱流出曲线常用术语(基线、色谱峰、峰底、峰高、峰底宽、半峰宽、标准偏差等)的含义。
- (3)掌握色谱基本参数[死时间(体积)、保留时间(体积)、调整保留时间(体积)、相对保留值、分配系数、分配比、载气流速、载气平均线速度等]的定义。
- (4)了解气固色谱和气液色谱分离原理。

2. 气相色谱仪

- (1)掌握气相色谱仪基本组成部分、工作原理和分析流程。

(2)掌握气相色谱对气路系统的要求和载气系统主要部件和辅助设备(气体钢瓶、载气净化装置、空气压缩机、减压阀、稳压阀、转子流量计等)的作用,掌握其使用方法及日常维护保养。

(3)掌握进样系统的作用、不同状态试样的进样装置和进样方法。

(4)掌握温控系统的作用,了解程序升温的方法。

(5)了解气相色谱检测器的种类和性能指标,掌握 TCD 和 FID 的检测原理、基本构造、特点、工作条件和日常维护保养。

(6)了解色谱柱的类型,掌握填充柱内固定相的种类和特性,掌握固定液和担体的分类及选择方法,了解填充柱的制备方法。

(7)了解气相色谱数据处理机或色谱工作站的作用和使用方法。

3. 气相色谱实验技术

(1)理解色谱柱总分离效能指标——分离度的物理意义。

(2)了解气相色谱分离条件(载气及流速、固定液配比、柱长和柱内径、柱温、汽化室温度、检测器温度、进样量等)对分离效果的影响,初步掌握分离条件的选择方法。

(3)掌握色谱定性的依据和常用的气相色谱定性分析方法。

(4)掌握色谱定量分析的依据,理解定量校正因子的物理意义和分类,掌握相对质量校正因子的测量方法。

(5)掌握归一化法、内标法、外标法,了解标准加入法等定量方法。

(五) 液相色谱分析法

1. 方法原理

(1)了解液相色谱法的由来、发展、分类、方法特点和应用范围。

(2)了解液固色谱和液液色谱分离原理。

2. 液相色谱仪

(1)掌握液相色谱仪基本组成部分、工作原理和分析流程。

(2)掌握液相色谱对流动相的要求和主要部件和辅助设备的作用,掌握其使用方法及日常维护保养。

(3)掌握进样系统的作用、不同状态试样的进样装置和进样方法。

(4)掌握六通阀的作用

(5)了解液相色谱检测器的种类和性能指标,了解各检测器的检测原理、基本构造、特点、工作条件和日常维护保养。

(6)了解液相色谱柱的类型,掌握固定相的种类和特性,掌握固定液和担体的分类及选择方法,了解填充柱的制备方法。

(7)了解液相色谱数据处理机或色谱工作站的作用和使用方法。

3. 液相色谱实验技术

(1)理解色谱柱总分离效能指标——分离度的物理意义。

(2)了解液相色谱分离条件对分离效果的影响,初步掌握分离条件的选择方法。

(3)掌握色谱定性的依据和常用的液相色谱定性分析方法。

(4)掌握色谱定量分析的依据,理解定量校正因子的物理意义和分类,掌握相对质量校正因子的测量方法。

(5)掌握归一化法、内标法、外标法,了解标准加入法等定量方法。

(六) 原子吸收分光光度法

1. 概述

(1)了解原子吸收分光光度法的产生。

(2)掌握原子吸收光谱分析过程、特点和应用范围。

2. 基本原理

- (1)理解基态和激发态、共振吸收线和共振发射线的概念，了解原子吸收光谱轮廓和变宽因素。
- (2)掌握原子吸收分光光度法基本原理，掌握原子吸收值与待测元素浓度的定量关系。

3. 原子吸收分光光度计

- (1)掌握原子吸收分光光度计的基本组成部分，理解空心阴极灯、火焰原子化器和单色器的工作原理，掌握其工作条件。
- (2)掌握常用原子吸收分光光度计的类型和主要性能，单道单光束仪器的使用方法。
- (3)了解原子吸收分光光度计的日常维护保养方法。

4. 原子吸收光谱分析实验技术

- (1)掌握原子吸收光谱分析的最佳实验条件(空心阴极灯电流、火焰燃助比、燃烧器高度、狭缝宽度等)的选择方法。
- (2)了解物理干扰、化学干扰、光谱干扰、电离干扰产生原因和对测定的影响，初步掌握其消除方法。
- (3)掌握标准曲线法和标准加入法的定量依据和方法，掌握标准溶液配制、试样制备和工作曲线的绘制方法。
- (4)了解灵敏度、检出限和回收率的概念、表示和计算方法。

选用模块

(一) 紫外 - 可见分光光度法

- 1.了解多元配合反应和胶束增效对提高光度测量灵敏度所起的作用。
- 2.了解差分分光光度法测定高含量组分的测定原理和分析方法。
- 3.了解双波长分光光度法的基本测定原理和全自动波长扫描紫外分光光度计的使用。
- 4.了解紫外-可见分光光度法在有机物(如药物、蛋白质、糖等)分析中的应用。

(二) 电位分析法

- 1.了解离子选择电极的分类、基本结构、特性和在现代分析中的应用。
- 2.了解标准加入法、格氏作图法测定离子浓度的基本原理、分析方法、方法特点和适用范围。

(三) 气相色谱分析法

- 1.气相色谱基本理论
 - (1)理解塔板理论和速率理论的基本含义和用途。
 - (2)进一步理解气相色谱分离过程、机理和影响因素。
- 2.了解电子捕获检测器、火焰光度检测器的基本构造、检测原理和操作条件。
- 3.了解毛细管柱和柱内固定相的种类及其特点。
- 4.了解毛细管色谱仪与填充柱色谱仪的区别和毛细管色谱的进样技术。
- 5.了解气相色谱法在中间体及有机化工原料、药物、表面活性剂、农药、工业废水分析中的应用。

(四) 原子吸收分光光度法

- 1.了解无火焰原子化器的类型、工作原理和特点。
- 2.了解无火焰原子化法在石油及石油产品、生物和医药卫生、金属材料、矿物岩石、土壤等分析和环境监测中的应用。

(五) 其他仪器分析方法简介

- 1.了解高效液相色谱法的方法原理、仪器基本结构、实验技术和应用。
- 2.了解红外吸收光谱法的方法原理、仪器基本构造、实验技术和应用。
- 3.了解离子色谱法的方法原理、仪器基本构造、实验技术和应用。
- 4.了解库仑分析法的方法原理、仪器基本构造、实验技术和应用。
- 5.了解其他仪器分析方法的方法原理、仪器基本构造、实验技术和应用。

6. 了解仪器联用技术。

实验教学部分

1. 电位法测量水溶液的 pH

(1) 学会配制 pH 标准缓冲溶液，学会正确使用 pH 玻璃电极、甘汞电极(或复合电极) 和酸度计，学习酸度计的维护与保养。

(2) 学会用酸度计测量水溶液的 pH。

2. 可见分光光度计比色皿的配对与吸收曲线的测定

了解分光光度计的基本构造及比色皿配对校正

熟悉分光光度计的使用方法

学习吸收光谱曲线的绘制、查找最大吸收波长 λ_{\max} 的方法及 ϵ_{\max} 的计算

3. 邻二氮菲分光光度法测定微量铁

(1) 掌握测定杂质用标准溶液的配制方法。

(2) 学习用试验方法确定显色反应的条件。

(3) 学习测定微量铁的通用方法，学习吸收曲线的测绘方法和测量波长的选择。

(4) 学会绘制工作曲线和应用工作曲线进行定量的实验技术，学习灵敏度的测试方法。

4. 火焰原子吸收光谱法水中的铜

(1) 加强理解火焰原子吸收光谱法的原理。

(2) 掌握火焰原子吸收光谱仪的操作技术。

(3) 熟悉原子吸收光谱法的应用。

5. 气相色谱仪仪器结构认知、操作、安全防护及进样练习

掌握气相色谱仪的操作流程

了解有关气相色谱仪器的安全防护工作

掌握注射器进样有关操作技能

6. 高效液相色谱法仪器结构认知、操作、安全防护及进样练习

熟悉高效液相色谱仪的结构

熟练掌握高效液相色谱仪的操作

六、建议使用教材及主要参考书

选用教材：黄一石等《仪器分析》化学工业出版社，2013.2 第3版。

参考书：

1. 北京大学化学系仪器分析教学组编，仪器分析教程，北京：北京大学出版社，1997

2. 武汉大学化学系编，仪器分析，北京：高等教育出版社，2001

3. 孙凤霞主编，仪器分析，北京：化学工业出版社，2004

4. 潘祖亭，李步海主编. 分析化学. 北京：科学出版社，2010

5. 武汉大学化学系编：分析化学（下册），北京：高等教育出版社，2007年第五版（普通高等教育“十一五”国家级规划教材）。

2025年9月1日