《分析化学》（一）（下）课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Analytical chemistry (1) (Part 2) | **课程代码** | CHEM1013 |
| **课程性质** | 专业核心课程 | **授课对象** | 材料化学+新能源 |
| **学 分** | 4 | **学 时** | 72 |
| **主讲教师** | 周群 | **修订日期** | 2023/05/4 |
| **指定教材** | 方惠群等编著，《仪器分析》，科学出版社，2001 |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

分析化学是化学专业类学生主要基础课程之一，它的理论知识和方法不仅是分析化学研究的基础，也是从事化学教育、化学、生物、地质、环境、材料、能源等学科工作的基础。学习本课程的目的，在于使学生掌握通过仪器分析获得物质的组成、含量、结构以及相关信息，培养学生实事求是的科学态度，建立起严格的“质”、“量”和“结构”的概念，培养学生具有从事相关的理论研究和实际应用能力。

（二）课程目标：

通过本课程的教学，使学生具备下列能力：

**课程目标1：**培养学生掌握电化学、色谱、光谱分析等常规仪器的结构、原理等基础知识； 把握和理解学科性质、学科研究领域和研究方法，形成基本的分析化学学科素养。

**课程目标2：**能应用各种仪器原理及方法对分析对象进行合理有效的分析，在学习过程中提升自主学习能力、合作意识、沟通能力、反思能力。并且能够根据自身的兴趣与能力特征，结合对专业课程知识体系的分析，为自己制定职业发展计划，提升职业规划能力。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| **课程目标1** | **第1~13章** | 指标点1.2：具有扎实的分析化学基础知识和基础理论 |
| **课程目标2** | **第1~13章** | 指标点2.3：能应用分析化学理论和分析技能对生产生活实践中的分析问题提出解决方案 |

**三、教学内容**

1. 电重量分析和库仑分析法

课时：1周，共4课时

**教学目标：**

1. 要求学生了解控制电位电解和控制电流电解的原理、特点
2. 掌握库仑滴定法和微库仑分析法的原理及其应用

**重点难点：**

1. 超电位的形成原因
2. 如何减小电极极化
3. 库仑滴定的指示终点方法

**教学内容：**

1. 分解电压与超电压概念
2. 恒电位电解方法及应用
3. 法拉第定律，恒电位库仑分析方法，库仑计原理

**教学方法：**

1. 讲授法：相关概念及理论框架
2. 研讨法：实际生产生活中库仑分析的实例，例如库仑滴定—费休法测定微量水

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 伏安法和极谱分析法

课时：1.5周，共6课时

**教学目标：**

1. 要求学生掌握直流极谱法的基本原理及其不足之处
2. 掌握尤考维奇方程和极谱波方程；理解单扫描极谱法、脉冲极谱法灵敏度高的原因
3. 掌握循环伏安法的原理及应用

**重点难点：**

1. 直流极谱波呈台阶状的原因
2. 如何用配离子极谱波方程求配离子的组成及其稳定常数
3. 解释单扫描极谱波呈平滑峰的原因

**教学内容：**

1. 经典极谱分析原理，熟悉滴汞电极、固体电极
2. 扩散电流与扩散电流方程式，极化曲线方程式，影响扩散电流的因素，干扰电流及其消除方法
3. 极谱分析中底液的选择，定性定量方法及其应用
4. 快速线性扫描以及循环伏安技术

**教学方法：**

1. 讲授法：相关概念及理论框架。
2. 研讨法：实际生产生活中伏安分析的实例，血糖仪的工作原理

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 色谱分析导论

1.5周，共6课时

**教学目标：**

1. 要求学生理解混合物中各组分在色谱柱内得到分离的原因
2. 理解柱效率的物理意义及其计算方法
3. 理解速率理论方程对实际分离的指导意义
4. 掌握分离度的计算及影响分离度的重要色谱参数。

**重点难点：**

1. 如何理解色谱图上两峰间距离大小的本质
2. 如何理解色谱图峰宽的本质
3. 速率理论方程中A、B、C各项的物理意义及影响因素

**教学内容：**

1. 色谱分析的概况，熟悉色谱分离的常用术语
2. 色谱分离的基本理论
3. 色谱重要操作条件选择原则

**教学方法：**

1. 讲授法：相关概念及理论框架，塔板理论和速率理论
2. 研讨法：根据速率理论推导出优化的色谱条件

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 气相色谱法

1.5周，共6课时

**教学目标：**

1. 要求学生了解气相色谱法的优点及适用范围
2. 理解固定相及重要操作条件选择的原因
3. 掌握常用检测器原理、优缺点及适用范围
4. 掌握常用定性方法及定量方法的优缺点
5. 气相色谱法的应用

**重点难点：**

1. 气相色谱分析时为什么通常采用程序升温，对色谱仪有什么特殊要求
2. 一个优良检测器应具备的特点是什么
3. 用色谱理论解释对载体和固定液应有的要求
4. 在色谱定量分析中为什么要求定量校正因子

**教学内容:**

1. 各类检测器性能
2. 常用气相色谱分析法的适用范围
3. 定性和定量分析原理
4. 气相色谱法的应用

**教学方法：**

1. 讲授法：气相色谱基础理论相关概念及、构成
2. 研讨法：根据速率理论解释开管柱色谱的优势

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 高效液相色谱及超临界流体色谱

1周，共4课时

**教学目标：**

1. 要求学生了解高效液相色谱法的优缺点及适用范围
2. 理解常用检测器的原理、优缺点及适用范围
3. 理解各种分离方式的原理、适用的分析对象及选择原则
4. 理解超临界流体色谱法的原理、优缺点及适用范围

**重点难点：**

1. 为什么一般采用全多孔微粒型固定相
2. 梯度淋洗和程序升温的异同点
3. 液-固色谱法的主要用途及主要缺陷
4. 为什么离子色谱法的应用比较广泛

**教学内容：**

1. 高效液相色谱法的原理及适用范围
2. 常用检测器的性能
3. 各类高效液相色谱法的应用
4. 超临界流体色谱法的基本原理及应用

教学方法：

1. 讲授法：相关概念及理论框架
2. 研讨法：典型液相色谱分离应用的示例讨论

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 光学分析导论

0.5周，共2课时

**教学目标：**

1. 要求学生了解光与物质的相互作用特点及其与光学分析法的应用
2. 了解光学分析法的基本分类。

**教学内容：**

1. 熟悉光与物质的相互作用
2. 了解光学分析法的基本分类

**教学方法**：

1. 讲授法：电磁辐射与物质的相互作用；光谱仪器的部件
2. 研讨法：物质对光的吸收与颜色的关系

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 原子发射光谱

1.5周，共6课时

**教学目标：**

1. 要求学生了解原子发射光谱法的基本原理
2. 理解光谱相的含义及其与谱线的关系
3. 了解原子发射光谱法的各种光源及仪器特点
4. 掌握原子发射光谱法的分析方法及其适用范围

**重点难点：**

1. 光谱相的意义是什么
2. 光谱分析常用的激发光源有哪几种？比较它们各自的特点
3. 发射光谱分析中如何选择分析线和分析线对
4. ICP光源的特点是什么

**教学内容：**

1. 原子发射光谱法的基本原理
2. 各类原子发射光谱仪的特点
3. 原子发射光谱法的分析方法及其适用范围

**教学方法：**

1. 讲授法：原子发射的基本原理；典型激发光源的原理和应用；原子发射光谱的应用
2. 研讨法：ICP光谱仪用于元素分析的实例

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 原子吸收光谱

1周，共4课时

**教学目标：**

1. 要求学生了解影响原子吸收谱线轮廓的因素
2. 理解峰值吸收与积分吸收的关系；理解火焰原子化器的基本过程
3. 了解原子吸收光谱法的仪器及光源特点
4. 掌握原子吸收光谱法的分析方法及实验条件选择原则

**重点难点：**

1. 何为峰值吸收和积分吸收？测量峰值吸收的条件
2. 为什么原子吸收光谱要使用锐线光源
3. 消除背景干扰的方法及原理
4. 原子荧光产生的原因及类型

**教学内容：**

1. 原子吸收光谱的基本原理
2. 原子吸收光谱法的仪器及光源特点
3. 原子吸收光谱法的干扰消除技术
4. 原子荧光光谱法的基本原理和应用

教学方法：

1. 讲授法：相关概念及理论框架
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 紫外-可见吸收光谱法

2周，共8课时

**教学目标：**

1. 要求学生理解紫外-可见吸收光谱的产生原因
2. 理解比尔定律用于紫外-可见吸收光谱法的条件及其偏离因素
3. 理解紫外-可见吸收光谱仪的误差及仪器方法和浓度的关系
4. 掌握紫外-可见吸收光谱法的定性分析和定量分析方法及其应用

**重点难点：**

1. 引起偏离比尔定律的原因
2. 单波长和双波长分光光度法的差别及原因
3. 定量分析对实验条件的选择依据

**教学内容：**

1. 紫外—可见吸收光谱法的产生
2. 吸收定律
3. UV-VIS仪器及应用

**教学方法：**

1. 讲授法：相关概念及理论框架
2. 研讨法：国家标准中分光光度法的定量分析应用

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估
3. 分子发光光谱

1.5周，共6课时

**教学目标：**

1. 要求学生理解分子荧光和分子磷光的基本原理
2. 理解分子荧光激发光谱、发射光谱、同步光谱和三维荧光光谱的含义
3. 掌握分子荧光发射光谱的特性
4. 理解荧光光谱仪的组成及各部分作用
5. 理解化学发光分析法的原理及应用。

**重点难点：**

1. 产生荧光淬灭的原因以及怎样利用荧光淬灭来进行化学分析
2. 荧光和磷光的区别
3. 如何解释荧光光谱法的灵敏度一般比吸收光谱法高
4. 化学发光原理及仪器特点

**教学内容：**

1. 分子发射光谱法的原理
2. 荧光光谱仪
3. 分子荧光光谱法的应用
4. 化学发光、磷光分析法原理及特点

教学方法：

1. 讲授法：相关概念及理论框架。
2. 研讨法：发光分析法灵敏度由于紫外可见法的原因

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估

第十一章 红外吸收光谱法

2周，共8学时

**教学目标：**

1. 要求学生理解红外吸收光谱产生的条件
2. 掌握分子的振动频率、振动类型、振动自由度与红外光谱的关系
3. 理解红外光谱与分子结构的关系以及环境因素的影响
4. 掌握重要官能团及典型有机化合物的特征吸收频率
5. 理解红外光谱仪的基本部件及其作用
6. 理解FT-IR光谱法的原理及特点；掌握红外光谱解析的基本步骤及方法。

**重点难点：**

1. 分子产生红外吸收的条件
2. 为什么红外谱图上的吸收带通常比理论计算的吸收带少得多
3. 傅里叶变换红外光谱仪的优点有哪些

**教学内容：**

1. 红外吸收基本原理
2. 分子的振动与红外光谱的关系、重要官能团的吸收频率
3. 理解红外光谱仪的基本部件及其作用
4. 掌握红外图谱解析的基本步骤及方法

**教学方法：**

1. 讲授法：相关概念及理论框架
2. 研讨法：红外光谱的谱图解析

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估

第十二章 核磁共振波谱法

2周，共8课时

**教学目标：**

1. 要求学生了解核磁共振波谱法的基本原理及仪器主要部件的功能
2. 了解化学位移产生的原因及影响因素
3. 了解偶合裂分产生的原因及影响偶合常数大小的因素
4. 理解1H谱及13C谱的差别及原因
5. 了解利用1H谱能正确解析一般化合物结构

**重点难点：**

1. 什么样的原子核能产生核磁共振信号
2. 为什么在进行核磁共振实验时样品管要保持高速旋转
3. 影响化学位移的因素有哪些

**教学内容：**

1. 核磁共振波谱法的基本原理及仪器
2. 化学位移现象及偶合裂分产生的原因
3. 核磁共振谱解析化合物结构的方法

教学方法：

1. 讲授法：相关概念及理论框架
2. 研讨法：核磁共振波谱的典型谱图解析

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估

第十三章 质谱法

1周，共4课时

**教学目标：**

1. 要求学生理解质谱法原理及质谱仪主要部件功能
2. 理解各种电离源和质量分析器的原理及优缺点
3. 了解各类有机化合物的裂解规律。

**重点难点：**

1. 用质谱法鉴定化合物结构的基本原理
2. 离子源的作用及常见离子源的原理和优缺点
3. 双聚焦质量分析器的原理及优越性

**教学内容：**

1. 质谱法的原理及质谱仪主要部件的功能
2. 各类有机化合物的裂解规律
3. 从质谱图解析有机化合物的结构

教学方法：

1. 讲授法：相关概念及理论框架
2. 研讨法：不同类型物质分析质谱方法的选择

**教学评估：**

1. 完成课后的问题
2. 对作业进行讨论，并根据提交的情况进行评估

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | 电重量分析和库仑分析法 | 4 |
| 第二章 | 伏安法和极谱分析法 | 6 |
| 第三章 | 色谱分析导论 | 6 |
| 第四章 | 气相色谱法 | 6 |
| 第五章 | 高效液相色谱法及超临界流体色谱法 | 4 |
| 第六章 | 光学分析法导论 | 2 |
| 第七章 | 原子发射光谱法 | 6 |
| 第八章 | 原子吸收光谱法 | 4 |
| 第九章 | 紫外-可见吸收光谱法 | 8 |
| 第十章 | 分子发光光谱法 | 6 |
| 第十一章 | 红外吸收光谱发 | 8 |
| 第十二章 | 核磁共振波谱 | 8 |
| 第十三章 | 质谱法 | 4 |
| 合计 |  | 72 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 日期 | 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 1 | 2月20日-2月24日 | 电重量分析和库仑分析法 | 掌握分解电压与超电压；熟悉恒电位电解方法及应用。掌握法拉第定律，恒电位库仑分析方法，库仑计原理。 | 4 | 1次作业（计算题4题，分析题2题） |  |
| 2 | 2月27日-3月3日 | 伏安和极谱分析法 | 握经典极谱分析原理；理解扩散电流与扩散电流方程式，影响扩散电流的因素，干扰电流及其消除方法；掌握快速线性扫描以及循环伏安技术。 | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 3 | 3月6日-3月10日 | 色谱分析导论 | 了解色谱分析的概况，熟悉色谱分离的常用术语；掌握色谱分离的基本理论； | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 4 | 3月13日-3月17日 | 色谱分析导论，气相色谱法 | 理解气相色谱法的优点及适用范围；理解固定相及重要操作条件选择的原则；理解各类检测器的性能 | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 5 | 3月20日-3月24日 | 气相色谱法、高效液相色谱法 | 理解常用气相色谱分析法的适用范围；理解高效液相色谱法的原理及适用范围、常用检测器的性能， | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 6 | 3月27日-3月31日 | 高效液相色谱法,测验 | 了解各类高效液相色谱法的应用。熟悉光与物质的相互作用、光学分析法的基本分类。 | 4 | 1次作业（计算题1~2题，分析题2~3） |  |
| 7 | 4月3日-4月7日 | 光谱分析导论，原子发射光谱法 | 掌握原子发射光谱法的基本原理及各类原子发射光谱仪的特点； | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 8 | 4月10日-4月14日 | 原子发射光谱法，原子吸收光谱法 | 掌握原子发射光谱法的分析方法极其适用范围。理解原子吸收光谱的基本原理； | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 9 | 4月17日-4月21日 | 原子吸收光谱法；期中考试 | 理解原子吸收光谱法的仪器及光源特点，熟悉原子吸收光谱法的干扰消除技术、掌握原子吸收光谱法的分析方法。 | 4 | 1次作业（计算题1~2题，分析题2~3） |  |
| 10 | 4月24日-4月28日 | 紫外—可见吸收光谱法 | 掌握紫外—可见吸收光谱法的原理 | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 11 | 5月1日-5月5日 | 紫外—可见吸收光谱法；分子发射光谱法 | 熟悉UV-VIS仪器及测定方法。熟悉分子发射光谱法的原理。熟悉荧光分析法、 | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 12 | 5月8日-5月12日 | 分子发射光谱法 | 理解化学发光、磷光分析法原理及特点。 | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 13 | 5月15日-5月19日 | 红外光谱法 | 掌握分子的振动与红外光谱的关系、重要官能团的吸收频率。理解红外光谱仪的基本部件及其作用； | 4 | 1次作业（计算题3-4题） |  |
| 14 | 5月22日-5月26日 | 红外光谱法；测验 | 掌握红外图谱解析的基本步骤及方法 | 4 | 1次作业（计算题1~2题，分析题2~3） |  |
| 15 | 5月29日-6月2日 | 核磁共振波谱法 | 掌握核磁共振波谱法的基本原理及仪器； | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 16 | 6月5日-6月9日 | 核磁共振波谱法 | 理解化学位移现象及偶合裂分产生的原因；掌握核磁共振谱解析化合物结构的方法； | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 17 | 6月12日-6月16日 | 质谱法 | 理解质谱法的原理及质谱仪主要部件的功能，了解各类有机化合物的裂解规律；掌握从质谱图解析有机化合物的结构 | 4 | 1次作业（计算题2~3题，分析题4~5） |  |
| 18~19 | 6月19日-6月30日 | 期末考试 |  |  |  |  |

**六、教材及参考书目**

[1] 方恵群，于俊生，史坚编，《仪器分析》，科学出版社，2001 年

[2] 武汉大学化学系，《仪器分析》，高等教育出版社，2001年

[3] 方惠群，余晓冬，史坚编，《仪器分析学习指导》，科学出版社，2004年

[4] 华东理工大学、四川大学编，《分析化学》，高等教育出版社，2005年

**七、教学方法**

本课程为理论课程，教学采用教师讲解、提问和学生回答问题、讨论相结合的模式进行。要求学生在课堂回答相应的提问，课后完成课后作业。

（1）讲授法：各种分析仪器研究基本原理、组成部件、不同研究方法简介等概念性知识。对课程内容的讲授突出基础，强调重点，对教科书中的内容有所舍取，课堂上讲述要点与学生课后自学相结合。并结合在线教学平台如雨课堂、智慧树等，采用课前观看预习视频，课上讲解，课后现场答疑。

（2）案例分析法：通过具体案例展示应用四大滴定及重量法的实际分析应用

**八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 了解化学、材料科学等所用仪器分析的基本原理及仪器结构知识，并能将其用于解决化学、材料领域的复杂工程问题。 | 闭卷考试（四次过程化考试） |
| 课程目标2 | 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 平时课堂作业、提问和期末考试 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

平时成绩：25%（平时作业、小论文）；期中考试：20%（理论考试）

平时测验：20%（理论考试，10%×2）；期末考试：35%（理论考试）

平时测验、期中、期末考试均采取闭卷形式。

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  **考核占比****课程目标** | **平时** | **期中** | **期末** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 0.2 | 0.2 | 0.17 | 课程目标1达成度= [20%\*平时成绩+20%\*期中成绩+ 17%\*期末成绩]/57课程目标2达成度= [30%\*平时成绩+13%\*期末]/43 |
| 课程目标2 | 0.3 |  | 0.13 |

**（三）评分标准**

| **课程****目标** | **评分标准** |
| --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程****目标1** | 对照试题标准答案，完全正确（公式无误、过程无误、结果准确） | 对照试题标准答案，大部分正确（公式无误、过程无误、结果不准确） | 对照试题标准答案，部分正确（公式无误、过程无误、结果错误） | 对照试题标准答案，基本正确（公式无误、过程及结果错误）  | 对照试题标准答案，完全不正确 |
| **课程****目标2** | 对照试题标准答案，完全正确（设计思路正确，设计路线合理，分析全部达到要点） | 对照试题标准答案，大部分正确（设计思路正确，设计路线比较合理，分析部分达到要点） | 对照试题标准答案，部分正确（设计思路正确，设计路线比较合理，分析部分未达到要点） | 对照试题标准答案，基本正确（设计思路正确，设计路线不合理，分析部分未达到要点） | 对照试题标准答案，完全不正确 |