《无机及分析化学实验》课程教学大纲

1. **课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Inorganic and Analytical Chemistry Experiment | **课程代码** | CHET2024 |
| **课程性质** | 大类基础课程 | **授课对象** | 材料科学与工程，高分子材料与工程，功能材料，环境工程 |
| **学 分** | 1.5 | **学 时** | 54 |
| **主讲教师** | 贾定先、李建国等 | **修订日期** | 2021.05 |
| **指定教材** | 《无机化学实验》（第三版），朗建平，卞国庆，贾定先主编. 南京大学出版社  《分析化学实验》（第三版）马全红，吴莹主编. 南京大学出版社，2020.01 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

《无机及分析化学实验》是材料科学与工程，高分子材料与工程，功能材料，环境工程专业的必修基础实验课，是加强学生实践能力的一个重要的教学环节。本实验课程包括无机化学实验与分析化学实验两部分。无机化学实验部分的主要任务是通过实验课程使学生掌握无机化学实验的基本知识，掌握无机化学常用实验仪器的使用方法和常规的实验操作，能够利用无机化学课程的理论知识解释实验的基本原理，加深对无机化学基本概念和理论的理解，掌握无机化合物的制备原理和操作方法。培养学生实验的操作能力、观察和记录现象的能力、表达实验结果和分析问题的能力。

分析化学实验主要进行分析基本操作训练，学会实验数据的统计处理方法，树立严格的“量”的概念，培养严谨的科学作风。利用物理或物理化学方法研究物质的化学结构、化学成分及组分的含量测定。实验内容涉及到容量分析、仪器分析等分析体系。实验教学的目的是使学生进一步加深对主要仪器与分析方法的基本原理、仪器结构与主要部件功能的理解，掌握一些比较简单的分析仪器的使用方法，学习了解大型复杂分析仪器的使用办法，初步具有应用各种分析方法解决具体实际问题的能力。

（二）课程目标：

本实验课程包括无机化学实验与分析化学实验两部分。

无机化学实验部分的主要任务是，学习实验室规则和安全知识，掌握无机化学常用实验仪器的使用方法和常规的实验操作，能够利用理论知识解释实验的基本原理、实验现象；掌握无机化合物的制备原理和操作方法。培养学生实验的操作能力、观察和记录现象的能力、表达实验结果和分析问题的能力。为后续实验课程的学习打下基础。

分析化学实验部分的主要任务是，加深对分析化学基础知识的理解，掌握分析化学实验常用实验仪器的使用方法和常规的实验操作，能够正确地测定、记录、处理和概括实验数据；掌握分析化学实验的基本操作和基本技能，能够对实验数据进行正确的记录、分析并报告实验结果；培养学生综合运用知识技能和严谨的科学精神，提高其分析和解决问题的能力。为后续实验课程的学习打下基础。

**课程目标1：**能够综合运用本课程的知识和技术手段。

1.1 根据实验目的，熟练搭建实验装置，安全开展实验。

1.2 选用合理的仪器和方法采集有效数据，态度严谨。

**课程目标2：**具备综合分析问题的能力。

2.1对实验结果进行分析和解释，得出合理的结论。

2.2能够有条理、有逻辑地撰写实验报告。

（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** | **课程子目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 1.1 | 实验1-14 | 毕业要求1，3，4，9 |
| 1.2 | 实验1-14 | 毕业要求4，5，8 |
| 课程目标2 | 2.1 | 实验1-14 | 毕业要求2，4，9 |
| 2.2 | 实验1-14 | 毕业要求1，10 |

**三、教学内容**

**实验项目1：灯的使用、试剂取用与试管操作以及仪器的洗涤和干燥**

1.教学目标

（1）学习和了解课程基本要求和实验室安全规则；

（2）熟悉和认领无机化学实验常用仪器；

（3）掌握常用玻璃仪器的洗涤和干燥方法。

（4）掌握酒精灯和煤气灯的结构和使用方法；

（5）了解化学药品的分类，掌握固体和液体试剂的取用方法；

（6）练习并掌握振荡试管和加热试管中固体和液体的操作方法；

2.教学重难点

煤气灯的使用，仪器认领和仪器洗涤

3.教学内容

学习课程基本要求和实验室安全，认领仪器，洗涤仪器，干燥仪器，酒精灯和煤气灯的使用，固体和液体试剂的取用方法。

**实验项目2：粗盐的提纯**

1.教学目标

（1）学习提纯粗盐的原理、方法和有关离子的鉴定；

（2）巩固电子天平的使用方法；

（3）练习并掌握pH试纸、溶解、加热、蒸发和结晶及干燥等基本操作；

（4）掌握常压和减压过滤的操作方法。

2.教学重难点

减压过滤的操作方法，溶液的蒸发、浓缩和结晶

3.教学内容

提纯粗盐（海盐）

**实验项目3：二氧化碳相对分子量的测定**

1.教学目标

（1）掌握利用理想气体状态方程和阿伏伽德罗定律测定气体相对分子量的原理和方法；

（2）掌握搭建制备干燥二氧化碳气体的装置；

（3）熟悉、巩固气体的发生、净化、干燥、收集等基本操作。

2.教学重难点

二氧化碳气体的净化、干燥，二氧化碳气体收集恒重

3.教学内容

**实验项目4：由二氧化锰制备碳酸锰**

1.教学目标

（1）掌握由二氧化锰制备碳酸锰的原理和操作方法；

（2）了解酸度对二氧化锰氧化还原性的影响；

（3）培养无机制备实验综合技能

2.教学重难点

二氧化锰的还原和温度控制

3.教学内容

通过还原二氧化锰制备碳酸锰。

**实验项目5：三草酸合铁(III)酸钾的制备和性质**

1. 教学目标

（1）掌握制备K3[Fe(C2O4)3]∙3H2O的原理和操作方法；

（2）练习并掌握制备配合物的一般实验方法；

（3）实验并掌握三草酸合铁(III)酸钾的光化学特性；

2. 教学重难点

过氧化钙的制备及其检验

3. 教学内容

制备配合物K3[Fe(C2O4)3]∙3H2O，试验三草酸合铁(III)酸钾的光敏性。

**实验项目6：碱式碳酸铜的制备**

1.教学目标

（1）掌握制备碱式碳酸铜的原理和操作方法；

（2）通过实验探求制备碱式碳酸铜的合理配料比和合适反应温度；

（3）初步学会设计实验方案，以培养分析和解决问题的能力。

2.教学重难点

制备碱式碳酸铜的原料配比的确定

3.教学内容

探求制备碱式碳酸铜的反应条件，制备碱式碳酸铜。

**实验项目7：过氧化钙的制备及检验**

1.教学目标

（1）学习并掌握过氧化钙的制备原理和操作；

（2）练习并掌握低温制备无机化合物的一般方法；

（3）掌握过氧化物的检验方法及操作。

2.教学重难点

过氧化钙的制备及其检验

3.教学内容

制备过氧化钙，过氧化物的检验

**实验项目8：滴定分析基本操作练习**

1.教学目标

（1）学习掌握分析常用仪器的洗涤和正确使用方法；

（2）通过练习滴定操作，初步掌握甲基橙、酚酞指示剂终点的确定。

2.教学重难点

滴定分析实验仪器的规范操作；甲基橙、酚酞指示剂终点的确定。

3.教学内容

滴定分析基本操作练习。

**实验项目9：工业纯碱总碱度的测定**

1.教学目标

（1）了解基准物质Na2CO3，掌握HCl的配制及标定过程；

（2）掌握强酸滴定二元弱碱的过程，突跃范围及指示剂选择；

（3）掌握定量转移操作的基本要点。

2.教学重难点

电子分析天平规范操作；定量转移的规范操作。

3.教学内容

工业纯碱总碱度的测定。

**实验项目10：硫酸铵中含氮量的测定**

1. 教学目标

（1）了解弱酸强化的基本原理；

（2）掌握甲醛法测定铵态氮的原理及操作方法；

（3）熟练掌握酸碱指示剂的选择原理。

2.教学重难点

弱酸强化及甲醛法测定铵态氮的原理；取大样及定量转移操作。

3.教学内容

硫酸铵中含氮量的测定（甲醛法）。

**实验项目11：天然水总硬度的测定**

1.教学目标

（1）了解水硬度的测定意义和常用的硬度表示方法；

（2）掌握EDTA法测定水硬度的原理和方法。

（3）掌握铬黑T指示剂的应用，了解金属指示剂的特点。

2.教学重难点

EDTA法测定天然水总硬度的原理；铬黑T指示剂的应用与变色原理。

3.教学内容

自来水总硬度的测定。

**实验项目12：铅、铋混合液中Bi3+、Pb2+含量的连续测定**

1.教学目标

（1）掌握配位滴定法进行Bi3+、Pb2+连续测定的基本原理；

（2）学习利用控制酸度来分别测定金属离子的基本方法。

（3）了解二甲酚橙指示剂的变色特征和应用。

2.教学重难点

利用控制酸度分别测定金属离子的原理；二甲酚橙指示剂的变色特征和应用。

3.教学内容

铅、铋混合液中Bi3+、Pb2+含量的连续测定。

**实验项目13：过氧化氢含量的测定**

1.教学目标

（1）掌握高锰酸钾标准溶液的配制和标定方法；

（2）掌握应用高锰酸钾法测定过氧化氢含量的原理和方法。

（3）加深对KMnO4自动催化反应及自身指示剂的了解与体会。

2.教学重难点

草酸钠基准物质标定高锰酸钾浓度注意事项；高锰酸钾法测定过氧化氢含量的原理和方法。

3.教学内容

过氧化氢含量的测定（高锰酸钾法）。

**实验项目14：分析实验基本操作考试**

1.教学目标

（1）考察用Na2CO3基准物质标定盐酸溶液的实验操作；

（2）考核分析天平和滴定管的熟练规范使用；

（3）考核分析实验数据的统计处理及实验结果表达。

2.教学重难点

考核分析天平和滴定管的熟练规范使用；考核分析实验数据的统计处理及实验结果表达。

3.教学内容

盐酸溶液浓度的标定及分析实验基本操作考试。

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 学时分配 | 每组人数 | 必修/选修 |
| 1 | 灯的使用、试剂取用与试管操作及仪器的洗涤和干燥 | 4 | 1 | 必修 |
| 2 | 粗盐的提纯 | 4 | 1 | 必修 |
| 3 | 二氧化碳相对分子量的测定 | 4 | 1 | 必修 |
| 4 | 由二氧化锰制备碳酸锰 | 3 | 1 | 必修 |
| 5 | 三草酸合铁(III)酸钾的制备和性质 | 4 | 1 | 必修 |
| 6 | 碱式碳酸铜的制备 | 4 | 1 | 必修 |
| 7 | 过氧化钙的制备及检验 | 4 | 1 | 必修 |
| 8 | 分析实验室基本规范及滴定分析基本操作 | 4 | 1 | 必修 |
| 9 | 工业纯碱总碱度的测定 | 4 | 1 | 必修 |
| 10 | 硫酸铵中含氮量的测定 | 4 | 1 | 必修 |
| 11 | 天然水总硬度的测定 | 4 | 1 | 必修 |
| 12 | 铅铋混合液中铅、铋的连续测定 | 4 | 1 | 必修 |
| 13 | H2O2含量的测定 | 4 | 1 | 必修 |
| 14 | 分析实验基本操作考试 | 3 | 1 | 必修 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 章节名称 | 内容提要 | 学时分配 | 作业及要求 | 备注 |
| 实验1. 灯的使用、试剂取用与试管操作以及仪器的洗涤和干燥 | 无机实验要求，仪器的认领、洗涤及干燥，酒精灯和煤气灯的使用，固体和液体试剂的取用方法 | 4 | **作业：**1、实验室规则和安全知识。2、常用玻璃仪器的名称和规格，练习仪器的洗涤和干燥方法。  **要求：**1、掌握实验室安全知识、 “三废”处理方法和必要的急救方法。2、根据污染物性质选择合适的洗涤方法，掌握常用玻璃仪器的名称和规格和洗涤、干燥方法。 |  |
| 实验2. 粗盐的提纯 | 粗盐的提纯 | 4 | **作业：**1、能否用CaCl2溶液代替毒性较大的BaCl2溶液来除去食盐中的SO42-？2、为什么要分两步过滤？能否先加NaOH、Na2CO3 除去Mg2+、Ca2+，再加BaCl2除去SO42-?  **要求：**1、根据实验原理进行分析。2、根据实验原理进行解释为什么要分两步过滤。 |  |
| 实验3. 二氧化碳相对分子量的测定 | 测定二氧化碳相对分子量 | 4 | **作业：**1、为什么CO2气体＋瓶子＋塞子的质量要在分析天平上称量，而水+瓶子+塞子的质量可在台秤上称量？两者的要求有何不同？2、为什么橡皮塞要塞入相同的位置？  **要求：**1、根据实验原理和有效数字进行分析。2、根据实验原理进行分析。 |  |
| 实验4. 由二氧化锰制备碳酸锰 | 通过还原二氧化锰制备碳酸锰 | 3 | **作业：**1、加入NH4HCO3除了引进CO32-外，还有什么作用？2、加入NH4HCO3为何要慢？  **要求：**1、结合实验原理分析NH4HCO3的作用。2、结合实验原理分析并写出反应方程式。 |  |
| 实验5. 三草酸合铁(III)酸钾的制备和性质 | 制备配合物K3[Fe(C2O4)3]∙3H2O，试验三草酸合铁(III)酸钾的光敏性 | 4 | **作业：**1、加入过氧化氢溶液的速度过慢或过快各有何缺点？用过氧化氢作氧化剂有何优越之处？合成中加入3% H2O2后为什么要煮沸溶液？2、制得草酸亚铁后，要洗去哪些杂质？  **要求：**1、根据实验原理和H2O2性质进行分析。2、根据化学反应进行分析。 |  |
| 实验6. 碱式碳酸铜的制备 | 探求制备碱式碳酸铜的反应条件，制备碱式碳酸铜 | 4 | **作业：**1、除反应物的配比和反应的温度对本实验的结果有影响外，反应物的种类、反应进行的时间等因素是否对反应物的质量也会有影响？2、设计一个实验，来测定产物中铜及碳酸根的含量，从而分析所制得的碱式碳酸铜的质量。  **要求：1、**结合有关化学平衡原理进行分析。2、简要描述测定的实验原理。 |  |
| 实验7. 过氧化钙的制备及检验 | 过氧化钙的制备及检验 | 4 | **作业：**1、制备CaO2过程中为避免H2O2分解，要采取什么措施？2、用HCl溶解CaCO3时，为什么HCl不能过量？**要求：**1、根据H2O2性质和实验步骤进行分析。2、根据H2O2性质进行分析。 |  |
| 实验8.滴定分析基本操作练习 | 滴定分析实验仪器使用规范、酸碱指示剂使用及滴定分析基本操作练习 | 4 | **作业：**1、分析化学实验室基础知识；2、常用玻璃仪器的名称和规格，洗涤和操作方法。  **要求：**1、掌握分析实验室基础知识、 “三废”处理方法；2、掌握常用玻璃仪器的名称和规格，洗涤与操作方法。 |  |
| 实验9.工业纯碱总碱度的测定 | HCl溶液的标定及工业纯碱总碱度的测定 | 4 | **作业：**1、为什么HCl和NaOH标准溶液一般都用间接法配制，而不用直接法配制？2、总碱度的测定应选用何种指示剂？终点如何控制？为什么？  **要求：**1、掌握指示剂控制滴定终点的方法，勿过量；2、掌握分析天平“取大样”和定量转移的规范操作。 |  |
| 实验10.硫酸铵中含氮量的测定 | NaOH溶液的标定及硫酸铵中含氮量的测定 | 4 | **作业：**1、本法测定铵盐中氮含量时为何不能用碱标准溶液直接滴定？**要求：**1、掌握弱酸强化及甲醛法测定铵态氮的原理；2、掌握“取大样”及定量转移操作。 |  |
| 实验11. 天然水总硬度的测定 | EDTA溶液标定及天然水总硬度的测定 | 4 | **作业：**1、以CaCO3为基准物，以铬黑T指示剂标定EDTA溶液时，应控制溶液的酸度为多少？怎样控制？2、以CaCO3为基准物标定EDTA溶液时，加入镁溶液的目的是什么？**要求：**1、掌握EDTA法测定天然水总硬度的原理；2、掌握铬黑T指示剂的应用与变色原理。 |  |
| 实验12. 铅、铋混合液中铅、铋含量的连续测定 | EDTA溶液重新标定及利用控制酸度连续测定Bi3+、Pb2+离子 | 4 | **作业：**1、为什么在铅、铋混合液中Bi3+、Pb2+含量连续测定实验中EDTA需要重新标定？2、滴定Pb2+时要调节pH为5~6，为什么加入六次甲基四胺而不加入醋酸钠？**要求：**1、掌握利用控制酸度分别测定金属离子的原理；  2、掌握二甲酚橙指示剂的变色特征和应用。 |  |
| 实验13. 过氧化氢含量的测定 | 草酸钠基准物质标定高锰酸钾浓度及高锰酸钾法测定过氧化氢含量 | 4 | **作业：**1、用KMnO4法测定过氧化氢含量时，能否用HNO3、HCl和HAc控制酸度？为什么？**要求：**1、掌握草酸钠基准物质标定KMnO4浓度时的注意事项；2、掌握高锰酸钾法测定过氧化氢含量的原理和方法。 |  |
| 实验14. 分析实验基本操作考试 | 考核分析天平和滴定管的熟练规范使用；考核分析实验数据的统计处理及实验结果表达。 | 3 | **要求：**考察用Na2CO3基准物质标定盐酸溶液的实验操作；考核分析天平和滴定管的熟练规范使用，进行实验操作评分；考核分析实验数据的统计处理及实验结果表达，分别根据测定结果的精密度和准确度评分。 |  |

**六、教材及参考书目**

1. 教 材：《无机化学实验》（第三版），朗建平，卞国庆 ，贾定先主编，南京大学出版社。

《分析化学实验》（第三版）马全红，吴莹主编. 南京大学出版社，2020.01。

1. 参考书：《无机化学实验》（第三版），北京师范大学编，高等教育出版社。

《分析化学实验》（第五版），高等学校教材（武汉大学主编），高等教育出版社。

《无机化学》（第二版），朗建平，唐晓艳，陶建清 主编，南京大学出版社。

《无机化学》（第四版），北京师范大学编，高等教育出版社。

《分析化学》（第六版），高等学校教材（武汉大学主编），高等教育出版社。

**七、教学方法**

本课程为实验课，教学采用教师讲解、提问、演示和学生回答问题、讨论、动手操作相结合的模式进行。要求学生在实验课完成相应的实验预习报告，明确实验目的、原理、步骤。

1. 讲授法：教师讲解实验原理、实验步骤及其注意事项、规范操作要领，对具有一定安全隐患的实验操作特别讲解。

2. 演示法：教师演示主要的、重要的实验操作步骤、主要实验仪器的规范操。

3. 讨论法：教师在讲解和演示过程中，结合教学内容，组织学生进行讨论：对实验原理等的理解，实验操作步骤和实验仪器操作是否规范等；也可以在实验结束后进行分组讨论。

4. 个别指导：学生按照实验原理进行实验，教师对学生一对一进行指导，及时纠正不规范的操作。

**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 | 课前预习，装置搭建，安全实验，数据采集 | 操作 |
| 课程目标2 | 数据分析、处理和总结，撰写报告 | 操作 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

（1）独立撰写实验报告。实验报告的内容应包括实验目的、实验原理、实验步骤（流程图）、实验主要装置图、数据记录与处理、结果与讨论、有关实验习题、分析意外情况，总结对实验的体会和改进等内容。用化学反应等化学语言解释实验现象，数据处理完整准确；回答问题言简意赅。

（2）指导教师对每份实验报告进行批改、评分。

（3）成绩评定

① 实验课的考核主要采取平时实验和期末考试相结合。

② 实验成绩包括平时成绩和期末考试成绩两部分，各占比重70%和30%。平时成绩按每次实验的预习20%、实验操作30%、实验报告20%和实验结果30%进行综合评定。期末考试成绩是闭卷操作考试。

**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（70%）** | **期末（30%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1(无机) | 25% | 10% | 达成度(无机) = {0.25×平时目标1成绩 + 0.10×期末目标1成绩}/35。 |
| 课程目标2(无机) | 10% | 5% | 达成度(无机) = {0.10×平时目标2成绩 + 0.05×期末目标1成绩}/15。 |
| 课程目标1(分析) | 25% | 10% | 达成度(分析) = {0.25×平时目标1成绩 + 0.10×期末目标1成绩}/35。 |
| 课程目标2(分析) | 10% | 5% | 达成度(分析) = {0.10×平时目标2成绩 + 0.05×期末目标1成绩}/15。 |
|  |  |  | 总达成度 = 达成度(无机)+ 达成度(分析) |

**九、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 | 熟练选用或搭建正确的实验装置，安全开展实验并正确采集数据 | 比较熟练选用或搭建正确的实验装置，安全开展实验并正确采集数据 | 能选用或搭建实验装置，安全开展实验并正确采集数据 | 经过指导，能选用或搭建实验装置安全开展实验并正确采集数据 | 不会选用或搭建实验装置，安全开展实验并正确采集数据 |
| 课程  目标2 | 熟练分析和正确解释实验结果，并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 比较熟练地分析和正确解释实验结果，并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 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。 | 经过指导，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。 | 不会对实验结果进行分析和解释，也不会综合各种信息得到合理有效的结论。 |