《分析化学实验(下)》课程教学大纲

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Analytical Chemistry Experiments (B) | **课程代码** | 09041008 |
| **课程性质** | 基础课 | **授课对象** | 化学（英语强化） |
| **学 分** | 1.5 | **学 时** | 54 |
| **主讲教师** | 李建国等 | **修订日期** | 2023.05.02 |
| **指定教材** | 《仪器分析实验》（第二版）张剑荣等编. 科学出版社，2019.01. | | |

二、课程目标

（一）总体目标：

《分析化学实验(一)(下)》是化学、应化、化学（师范）等专业的重要基础课程。通过本课程的实验训练和学习，使学生掌握常用分析仪器的基本原理、基本操作及应用等，掌握仪器分析中处理数据的基本方法，了解仪器分析领域的最新发展动向及其趋势，巩固课堂所学理论知识，培养学生发现、分析、处理、解决问题的能力，加强学生素质教育，激发学生的创新精神，把学生培养成为适应社会发展要求的新型人才。

（二）课程目标：

《分析化学实验(一)(下)》是化学、应化、化学（师范）等专业的一门基础课，是这些专业高级技术人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分，同时也是后继化学实验课程的基础。通过本课程的学习，使学生了解各类分析仪器的分析原理，掌握仪器的基本工作原理、特点和应用，掌握常用仪器的基本操作，了解仪器常见故障的判断和处理，加深对分析化学、仪器分析基础理论、基本知识的理解；提高学生观察、分析和解决问题的能力，培养学生严谨的工作作风和实事求是的科学态度，树立严格的“量”的概念和条件依赖关系，为学习后续课程和未来的科学研究及实际工作打下良好的基础。

**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，熟练使用和操作分析仪器，安全开展实验。

1.2 能够严谨、合理地选用分析仪器和分析方法采集有效实验数据。

**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1-16 | 毕业要求1，3，4，9 |
| 1.2 | 实验1-16 | 毕业要求4，5，8 |
| 课程目标2 | 2.1 | 实验2-16 | 毕业要求2，4，9 |
| 2.2 | 实验2-16 | 毕业要求1，10 |

**三、教学内容**

**实验项目1. 仪器分析实验室基本规范及培训**

1. 教学目标

（1）熟悉实验室安全知识；

（2）掌握书写实验报告的规范要求；

（3）学习掌握分析常用仪器的洗涤和正确使用方法。

2. 教学重难点

讲解仪器分析实验室安全知识和仪器分析实验平台的使用方法；明确实验预习报告、实验报告的书写要求。

3. 教学内容

仪器分析化学实验的一般知识，包括安全规范，仪器分析实验平台使用注意事项；实验报告的要求、格式和提交方式。

**实验项目2. 氟离子选择电极测定氟**

1. 教学目标

（1）掌握用标准曲线法测定未知物的浓度；

（2）学习使用离子计。

2. 教学重难点

学会如何判断电极已清洗干净，读取电位差读数的前提条件。

3. 教学内容

（1）配制含有等量离子强度调节剂的标准溶液和未知溶液；

（2）学会使用离子计；

（3）绘制标准曲线，并在标准曲线上找到未知溶液浓度。

**实验项目3. 电位滴定法测定弱酸解离常数**

1. 教学目标

（1）掌握电位滴定法测定一元弱酸解离常数；

（2）掌握确定电位滴定终点的方法；

（3）学习使用自动电位滴定计。

2. 教学重难点

滴定曲线的绘制原理；判断滴定终点的方法。

3. 教学内容

（1）学会使用自动电位滴定计；

（2）由终点时加入滴定剂体积计算弱酸盐的浓度；

（3）计算弱酸的解离常数。

**实验项目4. 循环伏安法判断电极过程**

1. 教学目标

（1）掌握用循环伏安法判断电极过程的可逆性；

（2）学习使用电化学工作站及软件。

2. 教学重难点

电化学工作站及软件的使用，循环伏安图的测量及电极过程的判断。

3. 教学内容

电化学工作站及软件的使用，电极的处理，不同电位扫速下的循环伏安图及关系，浓度与扫速的关系。

**实验项目5. 库仑滴定测定硫代硫酸钠的浓度**

1. 教学目标

（1）掌握库仑滴定法的原理及仪器的使用。

（2）应用法拉第定律求算未知物的浓度。

1. 教学重难点

库仑滴定法的原理，滴定终点的获得，库仑滴定仪器的使用。

1. 教学内容

库仑滴定法的原理和仪器的使用，自动滴定获得滴定终点，预设电位滴定测定恒电流电解时间，计算硫代硫酸钠的浓度。

**实验项目6. 气相色谱条件实验及对卤代烃的定性分析**

1. 教学目标

（1）熟悉理论塔板数及理论塔板高度的概念及计算方法；

（2）理解色谱柱温的改变对组分保留行为的影响；

（3）掌握气相色谱仪操作方法与热导检测器的原理；

（4）熟悉气相色谱定性分析方法。

2. 教学重难点

气相色谱分析的基本原理及气相色谱仪的结构；气相色谱仪的规范操作过程；气相色谱工作站使用及图谱分析；气相色谱定性分析方法。

3. 教学内容

气相色谱分析的基本原理及气相色谱仪的结构；气相色谱仪的规范操作过程、色谱工作站使用及图谱分析；二氯甲烷、氯仿、四氯化碳的气相色谱分离及定性分析。

**实验项目7. 毛细管气相色谱法条件实验及对脂的定量分析**

1. 教学目标

（1）进一步熟悉气相色谱分析的原理及色谱工作站的使用方法；

（2）掌握气相色谱仪操作方法与氢火焰离子化检测器的原理；

（3）用保留时间定性，用归一化法定量，用分离度对实验数据进行评价。

2. 教学重难点

气相色谱分析的基本原理及气相色谱仪的结构；气相色谱仪的规范操作过程及氢火焰离子化检测器的原理；气相色谱工作站使用及图谱分析；相对定量校正因子的测定；气相色谱归一化定量分析方法。

3. 教学内容

气相色谱分析的基本原理及毛细管气相色谱仪的结构；气相色谱仪的规范操作过程、色谱工作站使用及图谱分析；乙酸乙脂、乙酸丁脂的气相色谱分离及归一化法定量分析。

**实验项目8. 高效液相色谱分析－定量测定**

1. 教学目标

（1）掌握高效液相色谱分析的基本原理；

（2）掌握高效液相色谱仪的结构；

（3）掌握归一化定量方法；

（4）熟悉反相键合色谱的优点及应用。

2. 教学重难点

高效液相色谱分析的基本原理；高效液相色谱仪的结构；归一化定量方法确定组分含量；相对定量校正因子的测定；高效液相色谱仪的规范操作过程；高效液相色谱谱图分析。

3. 教学内容

萘、联苯的高效液相色谱定性分析及定量测定；规范操作高效液相色谱仪。

**实验项目9. 离子色谱法测定水中阴离子**

1. 教学目标
2. 掌握离子色谱法分析的基本原理；
3. 掌握离子色谱的标准曲线定量分析方法；
4. 掌握离子色谱仪的结构；
5. 熟悉常见阴离子的测定方法。
6. 教学重难点

离子色谱法分析的基本原理；离子色谱仪的结构；标准曲线法确定组分含量；抑制器的作用；离子色谱仪的规范操作过程；离子色谱谱图分析。

1. 教学内容

离子色谱法测定水中阴离子；规范操作离子色谱仪。

**实验项目10. 分光光度法测定水中总铁**

1. 教学目标

（1）熟悉常用的可见及紫外分光光度计的结构、性能及使用方法。；

（2）掌握可见分光光度法进行定量测定的方法。

2. 教学重难点

紫外-课件吸收光谱法的原理；了解紫外-课件吸收光谱法的仪器构成；掌握紫外-可见吸收光谱法的分析方法及实验条件的选择原则。

3. 教学内容

紫外-可见吸收光谱法的原理，分光光度计的构造及各部件作用、仪器的基本操作。

**实验项目11. 有机化合物紫外吸收光谱及溶剂的影响**

1. 教学目标

（1）掌握紫外可见分光光度计的使用方法；

（2）掌握溶剂极性及酸度等条件对吸收光谱的影响。

2. 教学重难点

分子轨道理论中分子吸收的产生；结构及环境因素对有机化合物吸收光谱的影响。

3. 教学内容

通过紫外-可见吸收光谱确定物质的吸收光谱及最大吸收波长，由于辅助物质的鉴定；考察实验酸碱度、溶剂极性等条件对有机化合物吸收光谱的影响。

**实验项目12. 原子吸收光谱法测定自来水中的镁**

1. 教学目标

（1）通过自来水中镁的测定，掌握标准曲线法在实际样品分析中的应用；

（2）进一步熟悉原子吸收分光光度计的使用。

2. 教学重难点

原子吸收光谱法的原理，理解火焰原子化的基本过程；了解原子吸收光谱法的仪器及光源特点；掌握原子吸收光谱法的分析方法及实验条件的选择原则。

3. 教学内容

原子吸收光谱法的原理，原子吸收光谱仪的构造及各部件作用，原子吸收光谱仪的基本操作。

**实验项目13. ICP原子发射光谱分析**

1. 教学目标

（1）了解ICP光源的原理及特点；

（2）掌握铜、铅、锌同时定量测定的方法；

（3）进一步熟悉原子发射光谱仪的使用及ICP-AES的特点。

2. 教学重难点

ICP光源的原理、构造及特点；原子发射光谱法的原理及定量特点。

3. 教学内容

ICP光源的原理、构造；原子发射光谱法的原理，原子发射光谱仪的构造及各部件作用，ICP-AES原子发射光谱仪的基本操作。

**实验项目14. 荧光光谱分析**

1. 教学目标

（1）掌握罗丹明B和荧光素激发光谱和荧光光谱的测定；

（2）进一步熟悉荧光分光光度计的结构、性能和使用。

2. 教学重难点

荧光光谱法的原理；了解荧光光谱法光谱法的仪器及光源特点；掌握荧光分光光度计的分析方法及实验条件的选择原则。

3. 教学内容

荧光光谱和激发光谱的特点，荧光分光光度计的构造及各部件作用及基本操作。

**实验项目15. 醛和酮的红外光谱分析**

1. 教学目标

（1）对醛和酮的羰基吸收频率进行比较，说明取代效应和共轭效应，指出各个醛、酮的主要谱带；

（2）熟悉压片法及可拆式液体池的制样技术；

（3）掌握红外分光光度计的操作。

2. 教学重难点

红外光谱与分子结构的关系及环境因素的影响；醛和酮的特征吸收频率；了解红外光谱仪的基本部件及作用。

3. 教学内容

红外吸收光谱法的原理，红外吸收光谱仪的构造及各部件作用，红外吸收光谱仪的基本操作。

**实验项目16. 台式核磁共振波谱仪鉴定有机化合物结构**

1．教学目标

（1）理解核磁共振波谱法的基本原理；

（2）熟悉80 MHz台式核磁波谱仪器结构，掌握软件操作方法；

（3）掌握核磁共振波谱谱图的处理解析方法；

（4）能够利用核磁共振波谱法测定提供未知样品的化学结构。

2. 教学重难点

核磁共振波谱法的基本原理；核磁共振谱图中化学位移、峰型裂分和峰面积积分对结构分析的作用；了解80 MHz台式核磁共振波谱仪的基本部件及采集软件的操作。

3. 教学内容

核磁共振波谱法的基本原理，80 MHz台式核磁共振波谱仪的构造及各部件作用，采集软件的基本操作，谱图处理软件的操作。

**实验项目17. 核磁共振波谱仪鉴定未知化合物的分子结构**

1. 教学目标

（1）理解核磁共振波谱法的基本原理；

（2）熟悉600MHz核磁波谱仪器结构，掌握软件操作方法；

（3）掌握核磁共振波谱谱图的处理解析方法；

（4）能够利用核磁共振波谱法测定提供未知样品的化学结构。

2. 教学重难点

核磁共振波谱法的基本原理；利用核磁共振谱图中化学位移、峰型裂分和峰面积积分对信息分析有机化合物结构；了解600 MHz核磁共振波谱仪的基本部件及采集软件的操作。

3. 教学内容

核磁共振波谱法的基本原理，600 MHz核磁共振波谱仪的构造及各部件作用，采集软件的基本操作，谱图处理软件的操作。

**实验项目18. 仪器分析实验基本操作考试**

1. 教学目标

（1）考察各种分析仪器的基本操作（抽签确定考核哪种分析仪器）；

（2）考核分析仪器的熟练规范使用，进行实验操作评分；

（3）考核分析实验数据的统计处理及实验结果表达，根据实验结果进行评分。

2. 教学重难点

考核仪器分析各实验仪器的熟练规范使用；考核利用合适分析仪器的获取实验数据及实验结果表达。

3. 教学内容

各种分析仪器（抽签确定考核哪种分析仪器）的基本操作考试。

**四、学时分配**

**表2.各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 实验项目名称 | 实验类型 | 学时分配 | 每组人数 | 必修/选修 |
| 1 | 仪器分析实验室基本规范及培训 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 2 | 氟离子选择电极测定氟 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 3 | 电位滴定法测定弱酸解离常数 | 综合性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 4 | 循环伏安法判断电极过程 | 综合性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 5 | 库仑滴定测定硫代硫酸钠的浓度 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 6 | 气相色谱条件实验及对卤代烃的定性分析 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 7 | 毛细管气相色谱法条件实验及定量分析 | 综合性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 8 | 高效液相色谱分析-定量测定 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 9 | 离子色谱法测定水中阴离子 | 综合性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 10 | 分光光度法测定水中总铁 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 11 | 有机化合物紫外吸收光谱及溶剂的影响 | 综合性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 12 | 原子吸收光谱法测定自来水中的镁 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 13 | ICP原子发射光谱分析 | 综合性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 14 | 荧光光谱分析 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 15 | 醛和酮的红外光谱分析 | 综合性 | 3 | 2-3 | 选修 |
| 16 | 台式核磁共振波谱仪鉴定有机化合物结构 | 基础性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 17 | 核磁共振波谱仪鉴定未知化合物的分子结构 | 综合性 | 3 | 2-3 | 必修 |
| 18 | 仪器分析实验基本操作考试 | 综合性 | 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. 仪器分析实验室基本规范及培训 | 仪器分析化学实验一般知识，包括安全规范，仪器分析实验平台使用注意事项；实验报告的要求和格式。 | 3 | **作业：**1、仪器分析实验室规则和安全知识；2、仪器分析实验平台使用注意事项。  **要求：**1、掌握仪器分析实验室规则和安全知识；2、了解仪器分析实验平台和常用分析仪器使用规范。 |  |
| 实验2. 氟离子选择电极测定氟 | 用标准曲线法测定溶液中氟离子浓度 | 3 | **作业：**为什么测定溶液浓度时要依次从低向高浓度测定？为什么配制溶液时要加入等量的离子强度调节剂？  **要求：**掌握标准曲线的绘制方法；掌握离子选择电极的构造和离子计的操作。 |  |
| 实验3. 电位滴定法测定弱酸解离常数 | 滴定曲线法测定醋酸的解离常数 | 3 | **作业：**测定未知溶液的pH时，为什么要用pH标准缓冲溶液进行校准？  **要求：**掌握自动电位滴定仪的原理、构造和操作方法；掌握用滴定终点测定弱酸解离常数方法。 |  |
| 实验4. 循环伏安法判断电极过程 | 电化学工作站使用及循环伏安法判断电极过程的可逆性 | 3 | **作业：**1、解释K3Fe(CN)6溶液的循环伏安图形状。2、如何用循环伏安法来判断电极过程的可逆性。  **要求：**掌握电化学工作站及软件的使用，循环伏安图的测量及电极过程的判断。 |  |
| 实验5. 库仑滴定测定硫代硫酸钠的浓度 | 库仑滴定法的原理和库仑滴定仪的使用 | 3 | **作业：**1、试说明永停终点法指示终点的原理；2、本实验中是将铂阳极还是铂阴极隔开？为什么？  **要求：**掌握库仑滴定法的原理和库仑滴定仪的使用，永停终点法获得滴定终点。 |  |
| 实验6. 气相色谱条件实验及对卤代烃的定性分析(热导池) | 气相色谱条件实验及对卤代烃的定性分析 | 3 | **作业：**1、适于气相色谱分析的试样应必须具备什么基本特征？2、实验中要注意哪些操作？  **要求：**掌握气相色谱法的原理和气相色谱仪(热导池检测器)的使用，气相色谱法定性分析方法。 |  |
| 实验7. 毛细管气相色谱法条件实验及定量分析 (氢火焰) | 毛细管气相色谱条件实验及对脂的定量分析 | 3 | **作业：**1、简述气相色谱FID的检测原理。2、讨论归一化定量分析法的优点。  **要求：**掌握毛细气相色谱法的原理和气相色谱仪(氢火焰检测器)的使用，气相色谱法定量分析方法。 |  |
| 实验8. 高效液相色谱分析-定量测定 | 高效液相色谱仪的构造、基本操作及萘、联苯的高效液相色谱定性分析、定量测定 | 3 | **作业：**确定未知样中各组分的出峰顺序；求取联苯的相对定量校正因子；用归一化法求取混合液中萘、联苯的百分含量。  **要求：**1、掌握高效液相色谱分析的基本原理；2、掌握高效液相色谱仪的结构及基本操作；3、掌握归一化定量方法。 |  |
| 实验9. 离子色谱法测定水中阴离子 | 离子色谱仪的构造、基本操作及标准曲线法测定水中阴离子 | 3 | **作业：**绘制待测离子的标准曲线并确定水中阴离子的含量；简述抑制器的作用。  **要求：**1、掌握离子色谱法分析的基本原理；2、掌握标准曲线法定量分析方法；3、掌握离子色谱仪的结构及基本操作。 |  |
| 实验10. 分光光度法测定水中总铁 | 使用标准曲线法测定自来水中铁含量 | 3 | **作业：**说明紫外-可见吸收光谱的构成及各部件的功能。双光束仪器在应如何使用参比溶液？  **要求：**1、掌握实验室紫外-可见分光光度计的使用；2、掌握优化实验条件的方法。 |  |
| 实验11. 有机化合物紫外吸收光谱及溶剂的影响 | 使用紫外光谱法研究实验条件对吸收光谱的影响 | 3 | **作业：**溶剂极性、酸碱条件对有机化合物的产生影响的原因。  **要求：**1、有机化合物紫外吸收的产生； 2、有机化合物吸收光谱的影响条件。 |  |
| 实验12. 原子吸收光谱法测定自来水中的镁 | 标准曲线法测定自来水中镁的含量 | 3 | **作业：**比较火焰原子化器和非火焰原子化器的特点。  **要求：**1、掌握实验室危险气体使用的安全知识；了解火焰原子化器的特点。2、掌握原子吸收分光光度计的基本操作。 |  |
| 实验13. ICP原子发射光谱分析 | 标准曲线法测定铜、铅、锌及实际样品的测定 | 3 | **作业：**ICP-AES分析法的特点  **要求：**1、掌握ICP光源的原理、构造及原子发射光谱法的原理；2、掌握ICP-AES原子发射光谱仪的基本操作。 |  |
| 实验14. 荧光光谱分析 | 罗丹明B和荧光素激发光谱和荧光光谱测定 | 3 | **作业：**如何绘制激发光谱和荧光光谱？为什么测量荧光必须和激发光的方向成直角？  **要求：**1、掌握荧光光谱和激发光谱的特点；2、掌握荧分光光光度计的构造和操作。 |  |
| 实验15. 醛和酮的红外光谱分析 | 压片法及可拆式液体池的制样技术；醛和酮的红外光谱测定 | 3 | **作业：**根据醛和酮的光谱图，指出主要谱带的归属；论述共轭效应和取代效应对酮羰基频率的影响。  **要求：**1、掌握压片法及可拆式液体池的制样技术；2、掌握红外分光光度计的构造和操作。 |  |
| 实验16. 台式核磁共振波谱仪鉴定有机化合物结构 | 80 MHz台式核磁共振波谱仪测定未知有机化合物谱图并作结构分析 | 3 | **作业：**根据测得的未知物核磁谱图，指出其化学位移归属，峰面积积分和裂分规律；确认化合物结构。  **要求：**1、掌握Picospin80谱仪操作方法；2、掌握MestreNova处理软件的操作方法。 |  |
| 实验17. 核磁共振波谱仪鉴定未知化合物的分子结构 | 远程操作600 MHz核磁共振波谱仪测定未知有机化合物谱图并作结构分析 | 3 | **作业：**根据测得的未知物核磁谱图，指出其化学位移归属，峰面积积分和裂分规律；确认化合物结构。  **要求：**1、掌握VNMRj采集软件的操作方法；2、掌握MestreNova处理软件的操作方法。 |  |
| 实验18. 仪器分析实验基本操作考试 | 考核仪器分析各实验仪器的熟练规范使用；考核利用合适分析仪器的获取实验数据及实验结果表达。 | 3 | **要求：**考察各种分析仪器的基本操作（抽签确定考核哪种分析仪器）；考核分析仪器的熟练规范使用，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，根据实验结果进行评分。 |  |

**六、教材及参考书目**

1. 教 材：《仪器分析实验》（第二版）张剑荣等编. 科学出版社，2019。
2. 参考书：方惠群等编.《仪器分析》，科学出版社，2019年。

武汉大学主编. 《分析化学》（第6版 下册）. 北京：高等教育出版社，2018。

**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。要求学生在实验课前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、仪器规范操作要领，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作。

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 | 数据采集、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。报告版面清晰，条理清楚；图表正确美观，比例协调；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操作考试成绩两部分，各占比重60%和40%。平时成绩按每次实验的预习10%、实验操作30%、实验报告20%和实验结果40%进行综合评定。期末考试是实验操作考试。

**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（60%）** | **期末（40%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 45% | 15% | {0.45×平时目标1成绩 + 0.15×期末目标1成绩}/60。 |
| 课程目标2 | 15% | 25% | {0.15×平时目标2成绩 + 0.25×期末目标1成绩}/40。 |

**（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 | 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。 |

执笔人：李建国

2023年5月02日