

**制药工程专业**

**实 验 课 程 大 纲**

石家庄学院化工学院

2023年9月

**目 录**

[《大学物理B实验》课程大纲 1](#_Toc149846895)

[《有机化学实验》课程大纲 5](#_Toc149846896)

[《无机化学实验》课程大纲 19](#_Toc149846897)

[《分析化学实验》课程大纲 30](#_Toc149846898)

[《物理化学实验》课程大纲 40](#_Toc149846899)

[《化工原理实验》课程大纲 53](#_Toc149846900)

[《药物合成反应实验》课程大纲 68](#_Toc149846901)

[《药物化学实验》课程大纲 76](#_Toc149846902)

[《药物分析实验》课程大纲 85](#_Toc149846903)

**《大学物理B实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 大学物理实验 | 课程代码 | 0600008 |
| 课程类别 | 实践教育课程 | 学时  /学分 | 32课时/1学分 |
| 开课单位 | 理学院 | 适用专业 | 生物工程 |
| 课程负责人 | 韩万强 | | |
| 大纲撰写人 | 刘彦军 朱雪刚 | 大纲审核人 | 韩万强 |
| 先修课程 | 先修《高等数学》《大学物理B》课程 | | |
| 课程网址 |  | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1. 通过实验课程的学习，使学生能够熟练掌握仪器的使用方法，理解物理实验的基本原理，会设计和测量，从而提高学生的实验技能和解决问题的能力，培养学生交流合作能力，严肃认真、实事求是的科学态度，以及创新思维和综合应用能力。【毕业要求1 工程知识，毕业要求4 问题研究，毕业要求9 个人和团队。】

2、让学生了解物理规律相关发展史，培养学生的探索精神、创新意识和爱国情怀。培养学生的沟通交流能力与团队合作精神，养成理论与实践相结合的学习和研究习惯，养成认真、求实、勤奋的工作作风。【毕业要求4 问题研究，毕业要求9 个人和团队。】

（二）课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 1.工程知识 | 1.1具备数学、自然科学、工程基础等知识，并能够用于表述生物工程领域的复杂工程问题；（M） | 课程目标1 |
| 4.问题研究 | 4.1能够基于生物工程领域的基本科学原理，通过文献研究，调研和分析生物工程领域复杂工程问题的解决方案；（M） | 课程目标1、2 |
| 9.个人和团队 | 9.1在解决生物工程领域复杂工程问题时，能够与本团队成员有效沟通，能够理解多学科背景下团队成员的作用和责任，能够主动与其它学科的成员共享专业信息，合作共事；（M） | 课程目标1、2 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：使学生了解和掌握物理实验的基本原理和测量，从而加深学生对大学物理理论的认识和理解。逐步学会常用的物理实验方法，掌握实验室常用仪器的性能，并能正确使用，同时掌握常用的实验操作技术，提高学生的实验技能和解决问题的能力。

2. 过程与方法类目标：提高学生的实验技能和解决问题的能力，培养学生严肃认真、实事求是的科学态度和工作作风。

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生的创新思维和综合应用能力。

**【学习内容】**

**除教学内容（1）之外任选7个实验项目以达到教学要求的32学时**

（1）实验误差与数据处理 （4学时）

（2）长度和体积的测量 （4学时）

（3）单摆的研究 （4学时）

（4）转动惯量的测定 （扭摆法） （4学时）

（5）伏安法测电阻 （4学时）

（6）磁场描绘 （4学时）

（7）静电场的描绘 （4学时）

（8）用箱式惠斯登电桥测电阻 （4学时）

（9）弦振动的研究（4学时）

（10）液体比热容的测定（4学时）

（11）热功当量的测定（4学时）

（12）用牛顿环测平凸透镜的曲率半径（4学时）

（13）用迈克尔逊干涉仪测激光的波长（4学时）

**3.重点：**主要训练学生正确使用力学、热、电磁学和光学基本实验仪器；了解仪器的基本原理、结构和使用方法。通过基本实验的训练使学生养成良好的实验习惯；掌握基本的实验方法和基本实验技能；学习基本的误差理论及实验数据处理方法；培养学生实验报告的写作能力。为后继课程的学习打下坚实的基础。

**4.难点：**以综合性、设计性为主的实验，应用综合实验方法和技能系统研究力、热、电、光学物理量的测量，并且逐步引进现代物理实验的方法，培养学生综合思维和综合应用知识和技术的能力。

【**实施方式**】

理论讲授+实验操作。

**【实验要求】**

1.实验属性:验证性实验

2.开出要求:必做实验4个、选做不少于3个

3.分组要求:1-2人1组

4.实验准备:实验室老师需提前将实验设备检查完好；学生需提前做好实验预习。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合，培养沟通合作交流的能力，注重新知识、新方法、新工艺、新技术的学习和应用。

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| （1）实验误差与数据处理 | 课堂讲授 | 课程目标1 | 4 |
| （2）长度和体积的测量 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 4 |
| （3-13）中六个（力热光电）适当组合实验 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 24 |
| **合计** | | | 32 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 随堂表现（1）及所选的7个实验项目 | 1.实验预习  2.上课表现  3.实验报告  4.期末考试 |
| 课程目标2 | 上课表现 | 1.上课表现 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

1．单个实验项目考核办法

实验中，基本实验项目按100分计算成绩，成绩构成包括：

(1)预习实验，占成绩的10%。

(1)上课表现，按时上课，积极动手，操作规范，合作良好，占20%。

(2)具有一定的实验操作动手能力，实验态度认真，完成规定实验内容，合理记录实验数据并能规范书写实验报告，合理分析实验结果占70%。

2．实验总成绩考核办法

全部实验项目的平均成绩占60%，实验现场考核成绩占40%。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | | | **合计** |
| **实验预习** | **上课表现** | **实验报告** | **期末考试** |
| 课程目标1 | 6 |  | 42 | 40 | 88 |
| 课程目标2 |  | 12 |  |  | 12 |
| 合计 | 6 | 12 | 42 | 40 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×60%+期末成绩×40%

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）=实验预习（10%）+ 上课表现（20%）+实验报告（70%）

（三）期末成绩评定

期末成绩（100%）=实验操作（70%）+数据处理（30%）

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）实验指导书

史少辉等编：《大学物理实验》，北京理工大学出版社，2020年出版。

（二）相关推荐书目

1.张士欣主编：《基础物理实验》，北京科学技术出版社，1993年版；

2.吕斯骅主编：《基础物理实验》，北京大学出版社，2002年版 ；

3.孙闻东等主编：《物理化学实验》，东北师范大学出版社，2005年版；

4.王莱编：《大学物理实验》，国防科技大学出版社，2009年版；

5.[张映辉](http://book.jd.com/writer/成元发_1.html)编：《大学物理实验》，机械工业出版社，2010年版；

6.褚润通主编：《大学物理实验》，复旦大学出版社，2016年版。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023年生物工程专业人才培养方案制定。

**《有机化学实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 有机化学实验 | 课程代码 | 0700206 |
| 课程类别 | 实验 | 学时  /学分 | 32/1 |
| 开课单位 | 化工学院 | 适用专业 | 生物工程 |
| 课程负责人 | 有机化学课程组 | | |
| 大纲撰写人 | 陈硕 | 大纲审核人 | 吕立强 |
| 先修课程 | 《无机化学实验》、《分析化学实验》、《有机化学》 | | |
| 课程网址 | 学习通平台有机化学实验（生物工程） | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1. 验证和巩固化学基础理论知识，增强运用理论知识解决实际问题的能力，加强学生实验现象观察、实验过程记录、实验数据处理的能力，为今后从事科学研究工作打下良好的实验基础。**【**毕业要求4 问题研究**】**

2. 掌握有机化学实验的基本操作和技能，学会正确使用常用的有机实验仪器，了解其性能和用途。掌握合成实验的基本步骤和常见实验装置，学会正确选择有机化合物的合成、分离、提纯和分析鉴定的方法。**【**毕业要求4 问题研究**】**

（二）课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 4.问题研究 | 4.2 能够在设计的实验方案基础上选用合适的工具、仪器设备，构建问题研究的实验系统，并在安全的情况下开展实验，科学地采集数据。（M） | 课程目标1  课程目标2 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

实验项目一 有机化学实验的一般知识

**【学习目标】**学习有机化学实验的一般知识；强化学生安全环保意识和责任意识，培养学生良好的实验习惯。

**【学习内容】**

1. 有机化学实验室规则和要求。
2. 有机化学实验室安全知识。
3. 有机化学实验室常用玻璃仪器的认知和清洗。
4. 实验预习、记录和实验报告的基本要求。

**【重点】**

1. 有机化学实验室规则和实验室的安全知识。

2. 实验记录和实验报告的书写。

**【难点】**

1. 实验记录和实验报告的书写。

**【实施方式】**

1. 线上讲授+线上测试。
2. 线下讲授+线下认知。

**【学习要求】**

1. 掌握有机化学实验室规则和实验室的安全知识。

2. 了解有机化学实验常用标准磨口仪器及常用设备使用方法。

3. 熟悉实验预习、实验记录和实验报告的书写。

**【实验要求】**

1. 实验属性：讲解性实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：1人1组。
4. 实验准备：①线上教学平台的建立；②线上相关教学资源的建立；③要求学生预习。

实验项目二 萃取和洗涤

**【学习目标】**学习萃取和洗涤的原理及应用；学会分液漏斗的使用方法；培养学生实事求是的科学态度及良好的实验习惯。

**【学习内容】**

1. 分液漏斗的洗涤和检漏。

2. 以乙酸乙酯为萃取剂，萃取醋酸水溶液中的醋酸，少量多次，放气。

3. 酸碱滴定，计算萃取率和分配系数。

**【重点】**

1. 萃取的原理。
2. 萃取的操作。

**【难点】**

1.操作规范。

**【实施方式】**

1. 线上预习+线上测试。
2. 线下讲授+线下实验。

**【学习要求】**

1. 理解萃取分离的基本原理。

2. 了解分液漏斗的分类、用途和维护。

3. 掌握正确的萃取与洗涤操作方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：基本操作实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：1人1组。
4. 实验准备：①线上教学平台的建立；②线上相关教学资源的建立；③仪器设备：分液漏斗、移液管、碱式滴定管、铁圈、铁架台、锥形瓶等，药品试剂：醋酸水溶液、乙酸乙酯、氢氧化钠、酚酞等；④要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）影响萃取法的萃取效率的因素有哪些？怎样才能选择好溶剂？

（2）下一层的液体从哪里放出来？放出液体时为了分离彻底，应该怎样操作？留在分液漏斗中的上层液体，应从哪里倾入另一容器中？

（3）萃取时发生乳化现象，有什么方法消除乳化？

（4）使用完毕分液漏斗，应怎样保存分液漏斗？

实验项目三 熔点的测定

**【学习目标】**学习测定熔点的意义；学会测定固态有机化合物熔点的b形管法；培养学生的实验观察能力和团队协作精神。

**【学习内容】**

1. 安装Thiele管(又叫b型管)，加入传热介质液体石蜡。

2. 熔点管中加入待测样品（纯净物、混合物），样品高度，多次自由落体。

3. 熔点测定，注意升温速度的控制。

4. 讲解熔点测定仪的使用方法。

**【重点】**

1. 样品的填装。

2. 熔点测定的操作。

**【难点】**

1. 样品熔化过程的观察。

2. 和升温速度的控制。

**【实施方式】**

1. 线上预习+线上测试。
2. 线下讲授+线下实验。

**【学习要求】**

1. 了解熔点测定的原理和意义。
2. 掌握毛细管法测定熔点的操作。

3. 了解熔点测定仪的使用方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：基本操作实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：2人1组。
4. 实验准备：①线上教学平台的建立；②线上相关教学资源的建立；③仪器设备：b形管、表面皿、长玻璃管、铁架台、熔点管、切口木塞、温度计、酒精灯、熔点仪等，药品试剂：液体石蜡、苯甲酸、尿素等；④要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）测定有机化合物的熔点有和意义？

（2）若样品研磨的不细，对装样品有什么影响？对测定有机物的熔点数据是否可靠？

1. 是否可以使用第一次测定熔点时已经熔化了的有机化合物再做第二次测定呢？为什么？

（4）接近熔点时升温速度为何要控制得很慢？如升温太快，有什么影响？

实验项目四 从茶叶提取咖啡因

**【学习目标】**学习从茶叶中提取咖啡因的原理和方法；学习索氏提取和升华基本操作；培养学生从化学专业的角度思考、分析问题，提升化学专业素养；强化学生安全意识，培养学生的实验观察能力和良好的实验习惯。

**【学习内容】**

1. 利用索氏提取器提取茶叶中的咖啡因。

2. 浓缩蒸馏。

3. 加生石灰，炒干。

4. 咖啡因的升华。

**【重点】**

1. 索氏提取和升华。

**【难点】**

1. 升华温度的控制。

**【实施方式】**

1. 线上预习+线上测试

2. 线下讲授+线下实验。

**【学习要求】**

1. 学习从茶叶中提取咖啡因的基本原理和方法。

2. 了解咖啡因的一般性质。

3. 掌握用索氏提取器提取有机物的原理和方法。

4. 进一步熟悉萃取、蒸馏、升华等基本操作。

**【实验要求】**

1. 实验属性：基本操作实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：2人1组。
4. 实验准备：①线上教学平台的建立；②线上相关教学资源的建立；③仪器设备：索氏提取器、烧瓶、冷凝管、三脚架、石棉网、蒸发皿、电热套、升降台、铁架台、漏斗等，材料试剂：茶叶、滤纸、乙醇、沸石、生石灰、棉花等；④要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）索式提取器的工作原理和优点是什么?

1. 对于索式提取器滤纸筒的基本要求是什么?

（3）升华过程中,为什么必须严格控制温度?

（4）生石灰的作用是什么?

实验项目五 1-溴丁烷的制备

**【学习目标】**学习由醇制备溴代烷的原理和方法；练习带有吸收有毒气体装置的回流加热操作；培养学生实事求是的科学态度和良好的实验习惯，引导学生清洁生产、绿色化学的理念。

**【学习内容】**

1. 安装带有尾气吸收装置的回流实验装置。

2. 用溴化钠、浓硫酸与正丁醇作用制1-溴丁烷。

3. 粗产品的洗涤和纯化，计算产率。

**【重点】**

1. 卤代烃的制备原理和方法。

2. 带尾气吸收装置的回流操作。

**【难点】**

1. 分液漏斗中上下层液体的正确取舍。

**【实施方式】**

1. 线上预习+线上测试。
2. 线下讲授+线下实验。

**【学习要求】**

1. 了解以正丁醇、溴化钠和浓硫酸为原料制备正溴丁烷的基本原理和方法。

2. 掌握带有害气体吸收装置的加热回流操作。

3. 进一步熟悉巩固洗涤、干燥和蒸馏操作。

**【实验要求】**

1. 实验属性：合成实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：2人1组。
4. 实验准备：①线上教学平台的建立；②线上相关教学资源的建立；③仪器设备：烧瓶、冷凝管、漏斗、电热套、分液漏斗、蒸馏头等，药品试剂：正丁醇、溴化钠、浓硫酸、碳酸氢钠、无水氯化钙等；④要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）反应后的粗产物中含有哪些杂质？是如何除去的？各步洗涤的目的何在？

（2）用浓硫酸洗涤产品是除去哪些杂质？除杂质的依据是什么？

（3）加热后，反应瓶中的内容物常常出现红棕色，这是什么缘故？

（4）粗产品用浓硫酸洗涤后，为什么不直接用饱和碳酸氢钠洗涤而要用水洗，然后再用饱和碳酸氢钠洗涤？

（5）为什么在蒸馏前一定要滤除干燥剂CaCl2？

实验项目六 薄层色谱

**【学习目标】**学习薄层色谱法的原理、操作方法，学习植物中天然成分提取的基本思路和过程；培养学生实事求是的科学态度及分析问题的初步能力。

**【学习内容】**

1. 薄层板的制备。

2. 菠菜色素的提取。

3. 薄层色谱法分离菠菜色素，点样，展开。

4. Rf的计算。

**【重点】**

1. 薄层色谱的原理、应用和操作。

**【难点】**

1. 薄层板的制备。

**【实施方式】**

1. 线上预习+线上测试。
2. 线下讲授+线下实验。

**【学习要求】**

1. 理解薄层色谱分离的原理及应用。

2. 掌握比移值（Rf）的计算方法。

3. 熟练掌握薄层色谱的操作步骤和方法。

4. 了解绿色植物色素的提取和分离过程。

**【实验要求】**

1. 实验属性：基本操作实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：1人1组。
4. 实验准备：①线上教学平台的建立；②线上相关教学资源的建立；③仪器设备：载玻片、烘箱、研钵、层析缸、镊子、分液漏斗等，材料试剂：菠菜、硅胶G、CMC、石油醚、乙醇、苯、氯化钠、硫酸钠等；④要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）怎样选择合适的展开剂?展开剂极性太大或太小会有什么影响？

（2）为什么样品斑点直径约为1～2mm？

（3）薄层板涂层不均匀会对分离有什么影响？

（4）为什么展开时，层析缸内蒸气要达到饱和？蒸气不饱和对薄层色谱有什么影响？

（5）为什么点样完毕后先令溶剂挥发后再进行展开？

实验项目七 乙醚的制备

**【学习目标】**学习增大可逆反应进行程度的方法；学习低沸点易燃易爆液体蒸馏操作的要点及注意事项；形成变化观念和平衡思想，加深对化学平衡移动原理的理解。

**【学习内容】**

1. 安装边反应边滴加边蒸出的实验装置，滴液漏斗和温度计的位置，真空接引管的侧管与胶管相连，接收瓶浸入冰水浴中。

2. 乙醇在浓硫酸的催化作用下分子间脱水，得到乙醚。

3. 乙醚的精制，计算产率。

**【重点】**

1. 乙醚的制备。

2. 低沸点、易燃烧、易爆炸液体蒸馏操作的方法。

**【难点】**

1. 滴液漏斗中乙醇的滴加速度。

2. 乙醚理论产量的计算。

**【实施方式】**

1. 线上预习+线上测试。
2. 线下讲授+线下实验。

**【学习要求】**

1. 掌握由乙醇脱水（浓硫酸催化）制备乙醚的原理和方法。

1. 初步掌握低沸点、易燃烧、易爆炸液体蒸馏操作的要点及注意事项。

3. 熟练掌握洗涤、蒸馏、水浴加热等操作。

**【实验要求】**

1. 实验属性：合成实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：2人1组。
4. 实验准备：①线上教学平台的建立；②线上相关教学资源的建立；③仪器设备：三口烧瓶、冷凝管、滴液漏斗、分液漏斗、温度计、电热套、蒸馏头、沸石等，药品试剂：乙醇、浓硫酸、氯化钠、氢氧化钠、无水氯化钙等；④要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）在粗制乙醚中有哪些杂质？采用哪些措施可将它们一一除去？

（2）制备乙醚时，为什么滴液漏斗的末端应浸入反应液中？如果滴液漏斗的下端较短不能浸入反应液液面下应怎么办？

（3）制备乙醚时，反应温度已高于乙醇的沸点，为何乙醇不被蒸出？

（4）制备乙醚时，为何要控制滴加乙醇的速度？怎样的滴加速度才比较合适？

实验项目八 减压蒸馏

**【学习目标】**学习减压蒸馏的原理及应用；学会减压蒸馏仪器的安装及减压蒸馏的规范操作；强化学生正确的仪器安装习惯，培养学生认真踏实的实验态度及分析问题的初步能力。

**【学习内容】**

1. 选择学习模式（练习模式、考核模式）。

2. 选择仪器、试剂、服装等。

3. 组装减压蒸馏装置（蒸馏装置、测压装置、保护装置、减压装置）。

4. 检查装置气密性，对选择的试剂进行减压蒸馏，记录沸点、压力和蒸馏速度。

5. 蒸馏结束，拆卸装置，归还药品。

**【重点】**

1. 减压蒸馏仪器的安装与应用。

**【难点】**

1. 减压蒸馏的原理并熟练操作。

**【实施方式】**

1. 虚拟仿真+线上测试。

**【学习要求】**

1. 理解减压蒸馏的原理，了解减压蒸馏操作的适用范围。

2. 掌握减压蒸馏装置的装配、拆卸和减压蒸馏的规范操作。

3. 减压蒸馏选定试剂，记录沸点和压力。

**【实验要求】**

1. 实验属性：虚拟仿真实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：1人1组。
4. 实验准备：①线上教学平台的建立；②减压蒸馏虚拟仿真实验；③要求学生多次在练习模式下熟悉操作要点。
5. 课下思考题

（1）何谓减压蒸馏？一般在什么情况下使用减压蒸馏？

（2）减压蒸馏中毛细管的作用是什么？

（3）为什么减压蒸馏时须先抽气才能加热？

（4）怎样检查装置的气密性？

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 实验一 有机化学实验的一般知识 | 线上讲授+线上测试；  线下讲授+线下认知。 | 课程目标2 | 2 |
| 实验二 萃取和洗涤 | 线上预习+线上测试。  线下讲授+线下试验。 | 课程目标2 | 3 |
| 实验三 熔点的测定 | 线上预习+线上测试；  线下讲授+线下试验。 | 课程目标1、2 | 3 |
| 实验四 从茶叶提取咖啡因 | 线上预习+线上测试；  线下讲授+线下试验。 | 课程目标1、2 | 6 |
| 实验五 1-溴丁烷的制备 | 线上预习+线上测试；  线下讲授+线下试验。 | 课程目标2 | 5 |
| 实验六 薄层色谱 | 线上预习+线上测试；  线下讲授+线下试验。 | 课程目标1、2 | 6 |
| 实验七 乙醚的制备 | 线上预习+线上测试；  线下讲授+线下试验。 | 课程目标2 | 5 |
| 实验八 减压蒸馏 | 虚拟仿真+线上测试。 | 课程目标2 | 2 |
| **合计** | | | 32 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 1.1实验现象、实验数据的记录  1.2实验室操作表现 | 1. 实验报告 2. 实验操作 3. 期末现场考核 |
| 课程目标2 | 2.1有机化学实验的基础知识和相关理论  2.2有机化学实验的基本操作技能  2.3合成有机化合物的典型实验装置  2.4代表性有机化合物的制备过程  2.5实验操作的规范化程度 | 1. 课前预习 2. 线上测试 3. 实验操作 4. 期末现场考核 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | | | | **合计** |
| **课前**  **预习** | **线上**  **测试** | **实验**  **操作** | **实验**  **报告** | **期末现**  **场考核** |
| 课程目标1 |  |  | 10 | 20 | 5 | 35 |
| 课程目标2 | 4 | 6 | 10 |  | 45 | 65 |
| 合计 | 4 | 6 | 20 | 20 | 50 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×50%+期末成绩×50%

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）=课前预习（8%）+线上测试（12%）+实验操作（40%）+实验报告（40%）

考核方式: 课前预习、线上测试、实验操作、实验报告等。

课前预习：要求每位学生熟悉实验原理、实验步骤，查找有关试剂的物理常数，完成线上教学平台的预习任务点。

线上测试：通过学习通教学平台，向学生发放章节测试题，考察学生对实验的预习情况。

实验操作：要求每位学生实验过程中操作规范，其中包括仪器的选择，药品、试剂的称量与量取，操作的熟练程度，实验记录情况等方面；安装实验装置，其中包括实验装置安装的正确与否；仪器的清洗和整理。

实验报告：包括实验目的、实验原理、实验步骤、实验现象、实验数据处理、分析和讨论等。

（三）期末成绩评定

考核内容：主要考核对有机化学实验理论、基本知识、基本原理的掌握程度，对实验操作的规范程度以及对实验现象的分析和解释，具体包括以下内容：

1. 有机化学实验的一般知识。
2. 液态有机化合物沸点的测定。
3. 固体有机化合物熔点的测定。
4. 茶叶中咖啡因的提取（索氏提取，升华）。
5. 1-溴丁烷的制备（带尾气吸收的回流装置）。
6. 薄层色谱分离菠菜色素的操作。
7. 乙醚的制备（低沸点易燃易爆有机物的蒸馏操作）。
8. 减压蒸馏的原理、操作及装置安装和拆卸。

考核方式：现场操作考核。

现场操作考核成绩评定：按《有机化学实验操作考试评分标准》评定。

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）使用教材（或实验指导书）

何树华主编：《有机化学实验》（第二版），华中科技大学出版社，2021年版。

（二）相关推荐书目

1. 薛思佳主编：《有机化学实验》（双语版，第三版），科学出版社，2016年版；

2. 高占先主编：《有机化学实验》（第五版），高等教育出版社，2016年版；

3. 张锁秦等编：《基础化学实验》（第二版）（有机化学实验分册），高等教育出版社，2010年版；

4. 曾仁权，朱云云主编：《基础化学实验》，西南师范大学出版社，2008年版；

5. 曾和平主编：《有机化学实验》（第五版），高等教育出版社，2020年版。

（三）课程资源

学习通《有机化学实验（生物工程）》教学平台。

通过该学习平台，授课教师向学生发布预习实验的任务点，学生在规定的时间内，完成指定任务。为方便学生更好的预习实验，每一实验还提供了数量不等的优秀非任务点教学资源。为进一步强化学生的预习环节，每一实验后面还设置了10道以上的测试题，题型有选择、判断、填空、简答等。该测试题也可用于学生对有机化学实验基础知识、基本理论掌握程度的一种自我检验。

推荐的在线开放课程：MOOC网华东师范大学《有机化学实验1》和《有机化学实验2》。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023年生物工程专业人才培养方案制定。

**《无机化学实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 无机化学实验 | 课程代码 | 0711203 |
| 课程类别 | 专业基础课 | 学时  /学分 | 32/1 |
| 开课单位 | 化工学院 | 适用专业 | 生物工程 |
| 课程负责人 | 陈丁龙 | | |
| 大纲撰写人 | 陈丁龙 | 大纲审核人 | 吕立强 |
| 先修课程 | 无 | | |
| 课程网址 |  | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

1. 能够在设计、优化实验方案基础上选用合适的工具、仪器设备，构建问题研究的实验系统，并在安全的情况下开展实验，科学地采集数据。**【毕业要求4问题研究】**

（二）课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 4.问题研究 | 4.3 能够选用合适的工具、仪器设备构建问题研究的实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据(M) | 课程目标1 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

**实验一、仪器的认领、洗涤和干燥**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：牢记实验室规则和安全守则；

2. 过程与方法类目标：实验过程中把实验安全放在首位；

3. 情感、态度、价值观类目标：牢固树立环保意识。

**【学习内容】**

1.实验目的性、实验室规则和安全守则教育。

2.认领仪器。

3.仪器的洗涤和干燥。

**【重点】**

1.实验室规则和安全守则教育。

2.认领仪器。

**【难点】**

无

**【实施方式】**理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握实验室规则和安全守则，并能够严格执行。

2. 熟悉常用实验仪器的名称、规格、主要用途和使用注意事项。

3. 练习并掌握常用玻璃仪器的洗涤及干燥方法。

**【实验要求】**

1.实验属性：基本技能性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求： 2人1组

4.实验准备

①实验设备：毛刷、试管架、烘箱、气流烘干器。

②预习要求：了解实验室规则和安全守则，了解常用实验仪器的名称。

5.其他要求：在今后实验中能严格遵守实验室规则和安全守则，实验后分组轮流值日，保持实验室整洁。

**实验二、灯的使用、玻璃管加工和塞子钻孔**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：掌握酒精喷灯的正确使用方法，能够进行简单的玻璃工操作；

2. 过程与方法类目标：培养自制简单实验用品的能力；

3. 情感、态度、价值观类目标：加强学生的安全意识。

**【学习内容】**

1.观察酒精喷灯的各部分的构造、点燃并调试。

2.玻璃管棒的加工。

3.塞子钻孔。

**【重点】**

1. 酒精喷灯的各部分的构造及使用方法。

2. 玻璃管的加工。

**【难点】**

玻璃管的拉细

**【实施方式】**实验

**【学习要求】**

1.了解酒精喷灯的构造、掌握正确的使用方法。

2.练习玻璃管的截断、弯曲、拉细、熔光及塞子钻孔等操作。

3.学会制作滴管、玻璃搅拌棒和胶塞钻孔并插入合适玻璃管。

**【实验要求】**

1.实验属性：基本技能性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求： 2人1组

4.实验准备

①实验设备：酒精灯、酒精喷灯、锉刀、石棉网、钻孔器。

②预习要求：了解酒精喷灯的构造，了解玻璃管的截断、弯曲、拉细、熔光及塞子钻孔等操作。

5.其他要求：严格按照操作规程进行实验，避免在实验中出现烧伤、烫伤、扎伤等危险情况。实验后分组轮流值日，保持实验室整洁。

**实验三、分析天平的使用与镁的相对原子质量的测定**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：学会置换法测定镁的相对原子质量的原理和方法；

2. 过程与方法类目标：学会置换法测定金属相对原子质量和摩尔气体常数的原理和方法；

3. 情感、态度、价值观类目标：通过实验误差的分析，培养学生实事求是的科学态度。

**【学习内容】**

1．熟悉天平的基本构造。

2．称量练习。

3．准备镁条。

4．安装仪器。

5．装入镁条和稀硫酸。

6．开始反应。

7．记录数据。

**【重点】**

1.置换法测定镁的相对原子质量的原理和方法。

2.学习正确使用量气管和检验实验装置气密性的方法。

**【难点】**

正确使用量气管和检验实验装置气密性。

**【实施方式】**理论**+**实验

**【学习要求】**

1．了解台秤和分析天平的基本构造、熟悉天平的使用规则；了解置换法测定镁的相对原子质量的原理和方法。

2．学习正确使用量气管和检验仪器装置气密性的方法。

3．了解气压计的结构、学习气压计的使用方法。

**【实验要求】**

1.实验属性：验证性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求： 2人1组

4.实验准备

①实验设备：台秤、分析天平、称量瓶、量气管、气压计、长颈漏斗、试管、铁架台、蝶形夹。

药品试剂：镁条、稀硫酸。

②预习要求：了解台秤和分析天平的基本构造，了解置换法测定镁的相对原子质量的原理和方法。

5.其他要求：实验态度严谨，通过实验得到可靠的验证性数据。实验后分组轮流值日，保持实验室整洁。

**实验四、粗食盐的提纯**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：掌握粗食盐提纯的原理和方法；

2. 过程与方法类目标：掌握溶解、过滤、蒸发和结晶等基本操作；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生严谨的工作作风。

**【学习内容】**

1．粗食盐的提纯

2．产品的检验

**【重点】**

粗食盐的提纯

**【难点】**

实验中酸度调节时加入碱或酸的量。

**【实施方式】**理论**+**实验

**【学习要求】**

1．学习粗盐提纯的方法。

2．通过粗食盐的提纯实验，练习并掌握溶解、过滤、蒸发、结晶等基本操作。

**【实验要求】**

1.实验属性：基本技能性及验证性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求： 2人1组

4.实验准备

①实验设备：烧杯、量筒、普通漏斗、漏斗架、吸滤瓶、布氏漏斗、三角架、石棉网、台秤、表面皿、广口瓶、铁架台。

药品试剂：NaCl(粗)、Na2CO3(饱和)、BaCl2、Na2C2O4(饱和)、HCl、NaOH、镁试剂。

②预习要求：了解粗盐提纯的原理和方法。

5.其他要求：实验中调节酸度时，要与比色卡比较，避免药品加入过量。实验后分组轮流值日，保持实验室整洁。

**实验五、硫酸亚铁铵的制备**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：掌握硫酸亚铁铵的制备原理和方法；

2. 过程与方法类目标：掌握溶解、过滤、蒸发和结晶等基本操作；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生严谨的工作作风。

**【学习内容】**

1．制备硫酸亚铁。

2．制备硫酸亚铁铵。

**【重点】**

1.硫酸亚铁铵的制备的原理和方法。

2. 无机化合物制备中溶解、加热、蒸发、浓缩、结晶、减压过滤等基本操作。

**【难点】**

蒸发浓缩过程中掌握火候的大小以及时间的长短。

**【实施方式】**理论**+**实验

**【学习要求】**

1．了解由金属制备盐的一种方法。

2．掌握无机化合物制备中溶解、加热、蒸发、浓缩、结晶、减压过滤等基本操作。

**【实验要求】**

1.实验属性：基本技能性及验证性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求： 2人1组

4.实验准备

①实验设备：抽滤装置、台秤、烧杯、量筒、蒸发皿等。

药品试剂：铁粉、硫酸、硫酸铵。

②预习要求：了解硫酸亚铁铵的制备原理和方法。

5.其他要求：蒸发浓缩过程中掌握火候的大小以及时间的长短。实验后分组轮流值日，保持实验室整洁。

**实验六、醋酸电离度和电离常数的测定**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：掌握酸度计的原理和操作方法；加深对电离平衡常数的理解；

2. 过程与方法类目标：掌握酸度计的基本操作；巩固滴定操作；学会配制不同浓度的溶液；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生严谨的工作作风。

**【学习内容】**

1．醋酸标准溶液的标定和配制

2．使用酸度计测pH

**【重点】**

使用酸度计测pH

**【难点】**

实验中醋酸标准溶液的准确标定

**【实施方式】**理论**+**实验

**【学习要求】**

1．学习醋酸标准溶液的标定，同时学会配制不同浓度的醋酸溶液。

2．通过配制不同浓度的醋酸溶液，练习并掌握酸度计使用的基本操作，并加深对电离平衡常数的理解。

**【实验要求】**

1.实验属性：基本技能性及验证性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求： 2人1组

4.实验准备

①实验设备：酸度计、温度计、碱式滴定管、滴定管夹、铁架台、移液管、吸管、烧杯、锥形瓶、容量瓶、滤纸。

药品试剂：HAc(0.2 mol/L)、NaOH(0.1000 mol/L)、酚酞指示剂（1%）。

②预习要求：了解电离平衡常数的基本概念。

5.其他要求：实验中标定醋酸浓度要准确，注意滴定终点，避免影响电离平衡常数的测定。实验后分组轮流值日，保持实验室整洁。

**实验七、五水合硫酸铜的制备与结晶水的测定**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：掌握五水合硫酸铜的制备原理和方法；掌握五水合硫酸铜结晶水的测定原理和方法；

2. 过程与方法类目标：掌握无机化合物晶体及其结晶水的测定方法；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生严谨的工作作风。

**【学习内容】**

1．制备硫酸铜粗品。

2．重结晶法提纯硫酸铜。

3．恒重坩埚

4．水合硫酸铜脱水

5．数据记录与处理

**【重点】**

1.五水合硫酸铜的制备。

2. 五水合硫酸铜结晶水的测定。

**【难点】**

五水合硫酸铜结晶水的测定过程中两次恒重操作。

**【实施方式】**理论**+**实验

**【学习要求】**

1、了解由金属制备盐的一种方法。

2、掌握无机化合物制备中溶解、加热、蒸发、浓缩、结晶、减压过滤等基本操作。

3、了解结晶水合物中结晶水含量的测定原理和方法。

4、学习干燥器等仪器的使用和恒重等基本操作。

**【实验要求】**

1.实验属性：基本技能性及验证性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求： 2人1组

4.实验准备

①实验设备：抽滤装置、台秤、烧杯、量筒、蒸发皿、坩埚、干燥器等。

药品试剂：铜粉、硫酸、硝酸。

②预习要求：了解五水合硫酸铜的制备原理和方法，了解五水合硫酸铜结晶水的测定原理和方法。

5.其他要求：制备五水合硫酸铜时，要滴加浓硝酸。实验后分组轮流值日，保持实验室整洁。

**实验八、溶液的配制及酸碱滴定**

**【学习目标】**

1. 认知类目标：掌握溶液的配制及酸碱滴定的原理和操作；

2. 过程与方法类目标：掌握滴定的基本操作和测定方法；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生严谨的工作作风。

**【学习内容】**

1．粗配溶液。

2．精配溶液。

3．滴定管的刷洗。

4．装液。

5．滴定。

6．数据处理。

**【重点】**

1.溶液的配制方法。

2. 酸碱滴定的原理和操作。

**【难点】**

酸碱滴定的规范操作。

**【实施方式】**理论**+**实验

**【学习要求】**

1．掌握一般溶液的配制方法的基本操作。

2．学习正确使用量筒、移液管、容量瓶、滴定管的方法。

3．掌握酸碱滴定的原理和操作，测定氢氧化钠和醋酸溶液的浓度。

**【实验要求】**

1.实验属性：基本技能性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求： 2人1组

4.实验准备

①实验设备：台秤、分析天平、烧杯、量筒、移液管、容量瓶、吸量管、吸耳球、滴定管。

药品试剂：盐酸、氢氧化钠、酚酞。

②预习要求：了解一般溶液的配制方法，了解酸碱滴定的原理和操作。

5.其他要求：掌握酸碱滴定的规范操作。实验后分组轮流值日，保持实验室整洁。

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 实验一、仪器的认领、洗涤和干燥。 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 2 |
| 实验二、灯的使用、玻璃管加工和塞子钻孔。 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 实验三、分析天平的使用与镁的相对原子质量的测定。 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 实验四、粗食盐的提纯。 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| 实验五、硫酸亚铁铵的制备。 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 实验六、醋酸电离度和电离常数的测定。 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 3 |
| 实验七、五水合硫酸铜的制备与结晶水的测定。 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| 实验八、溶液的配制及酸碱滴定。 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| **合计** | | | 32 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 实验一、仪器的认领、洗涤和干燥。  实验二、灯的使用、玻璃管加工和塞子钻孔。  实验三、分析天平的使用与镁的相对原子质量的测定。  实验四、粗食盐的提纯。  实验五、硫酸亚铁铵的制备。  实验六、醋酸电离度和电离常数的测定。  实验七、五水合硫酸铜的制备与结晶水的测定。  实验八、溶液的配制及酸碱滴定。 | 1.课堂出勤  2.平时操作  3.实验报告  4.实验考试 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | | **合计** |
| **平时操作（包括实验预习）** | **实验报告** | **实验考试** |
| 课程目标1 | 30 | 20 | 50 | 100 |
| 合计 | 30 | 20 | 50 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×50% + 期末成绩×50%

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）= 平时操作（包括实验预习）（60%） + 实验报告（40%）

（三）期末成绩评定

期末成绩（100%）= 实验操作（50%）+ 口头问答（50%）

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）使用教材（或实验指导书）

李铭岫主编：《无机化学实验》（第一版），北京理工大学出版社，2009年版

（二）相关推荐书目

1. 北京师范大学无机化学教研室等编：《无机化学实验》（第二版），高等教育出版社，1991年版；

2. 徐家宁等合编：《基础化学实验》（上册），高等教育出版社，2006年版；

3. 申金山等编：《化学实验》（上、中册），化学工业出版社，2009年版。

（三）课程资源

在学习通在线网站建立了网络课程。

学习通上收集了无机化学实验的相关视频资料，学生可以结合视频资料提高自己在实验室进行实验的水平，使自己的实验能力得到有效的提高。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023年生物工程专业人才培养方案制定。

**《分析化学实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 分析化学实验 | 课程代码 | 0700208 |
| 课程类别 | 实验 | 学时  /学分 | 32/1 |
| 开课单位 | 化工学院 | 适用专业 | 生物工程 |
| 课程负责人 | 分析化学课程组 | | |
| 大纲撰写人 | 王惠英 | 大纲审核人 | 吕立强 |
| 先修课程 | 《无机化学》、《分析化学》 | | |
| 课程网址 |  | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

1. 能够运用生物工程专业基本原理，借助文献研究、试验等方法，分析生物工程领域复杂工程问题的影响因素与解决途径，并得出有效结论。**【毕业要求2问题分析】**

（二）课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 2. 问题分析 | 2.4 能够运用生物工程专业基本原理，借助文献研究、试验等方法，分析生物工程领域复杂工程问题的影响因素与解决途径，并得出有效结论。（M） | 课程目标1 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

实验一 分析天平称量练习（4学时）

**【学习目标】**

1. 认知类目标：学习分析天平的基本操作和常用实验方法；

2. 过程与方法类目标：熟悉电子分析天平的原理和使用规则；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生仔细观察和细微操作的能力以及准确、整齐、简明记录实验原始数据的习惯。

**【学习内容】**

1. 电子分析天平的原理和使用规则。

2. 学习分析天平的基本操作和常用实验方法。

**【重点】**

分析天平的规范使用

**【难点】**

分析天平的规范使用，分析化学实验数据的正确记录及处理。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 熟练分析天平的基本操作和常用称量方法；

2. 掌握直接称量法、固定质量称量法和递减称量法，并运用这三种方法进行称量。

**【实验要求】**

1. 实验属性：验证性实验

2. 开出要求：必做

3. 分组要求：2人1组

4. 实验准备

① Na2CO3试样；电子分析天平（精度0.0001g），表面皿，称量瓶，小烧杯， 小药匙。

② 预习要求，预习天平的基本结构和操作方法。

5. 其他要求：严格按规范操作进行实验；实验后分组轮流值日，保持天平室、实验室整洁。

实验二 酸碱溶液的配制与互相滴定（5学时）

**【学习目标】**

1. 认知类目标：学习滴定分析常用仪器的洗涤和正确使用方法；

2. 过程与方法类目标：学会确定以甲基橙、酚酞为指示剂的滴定终点；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生仔细观察和手眼协调配合操作的能力。

**【学习内容】**

1. 滴定分析常用仪器的洗涤和正确使用方法。

2. 以甲基橙、酚酞为指示剂的滴定终点。

**【重点】**

滴定管、锥形瓶的规范使用，分析化学实验数据的正确记录及处理。

**【难点】**

滴定管、锥形瓶的规范使用

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握滴定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。

**【实验要求】**

1. 实验属性：验证性实验

2. 开出要求：必做

3. 分组要求：2人1组

4. 实验准备

①HCl溶液，NaOH固体，甲基橙指示剂，酚酞指示剂，酸式和碱式滴定管，锥形瓶，烧杯，量筒，移液管。

②预习要求，预习滴定分析基本操作方法。

5. 其他要求：严格按规范操作进行实验；实验后分组轮流值日，保持天平室、实验室整洁。

实验三 食用醋总酸度的测定（常量滴定）(4学时)

**【学习目标】**

1. 认知类目标：了解强碱滴定弱酸过程中溶液pH的变化以及指示剂的选择；

2. 过程与方法类目标：学习食用醋中总酸度的测定方法；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生学以致用的思想。

**【学习内容】**

1. 强碱滴定弱酸过程中溶液pH的变化以及指示剂的选择。

2. 食用醋中总酸度的测定方法。

**【重点】**

强碱滴定弱酸过程中溶液pH的变化以及指示剂的选择。

**【难点】**

强碱滴定弱酸过程中溶液pH的变化

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 学会用强碱滴定弱酸的方法测定食醋的总酸度。

2. 通过对测量结果的分析，掌握数据处理的方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：验证性实验

2. 开出要求：必做

3. 分组要求：2人1组

4. 实验准备

① NaOH（固体），邻苯二甲酸氢钾（基准试剂），酚酞指示剂溶液，食用醋试液；电子分析天平，滴定管，移液管，锥形瓶，烧杯。

②预习要求，预习本节实验内容，复习滴定分析基本操作方法和天平的基本操作。

5. 其他要求：严格按规范操作进行实验；实验后分组轮流值日，保持天平室、实验室整洁。

实验四 自来水总硬度的测定（5学时）

**【学习目标】**

1. 认知类目标：了解水硬度的含义及其测定的实际意义；

2. 过程与方法类目标：学会用络合滴定法测定水硬度；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生节约用水的习惯和环保意识。

**【学习内容】**

1. 水的硬度的含义、表示方法及其测定意义。

2. 配位滴定测定钙、镁含量的原理和操作技术。

3. 铬黑T和钙指示剂的应用条件和终点颜色变化。

**【重点】**

测定钙、镁含量的原理，铬黑T和钙指示剂应用条件和终点颜色变化。

**【难点】**

铬黑T和钙指示剂应用条件和终点颜色变化。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 学会用络合滴定法测定水硬度。

2. 通过对测量结果的分析，掌握数据处理的方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：验证性实验

2. 开出要求：必做

3. 分组要求：2人1组

4.实验准备

① EDTA二钠盐，NH3-NH4Cl缓冲溶液，铬黑T指示剂，ZnO固体， HCl溶液，甲基红指示剂，氨水，三乙醇胺溶液，钙指示剂，NaOH溶液；电子天平，酸式滴定管，锥形瓶，容量瓶，移液管。

②预习要求，熟悉自来水硬度测定的原理及方法。

5. 其他要求：严格按规范操作进行实验；实验后分组轮流值日，保持天平室、实验室整洁。

实验五 葡萄糖含量的测定（5学时）

**【学习目标】**

1. 认知类目标：了解淀粉指示剂的性质及使用方法；进一步练习返滴定操作；练习硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定；

2. 过程与方法类目标：用间接碘量法测定葡萄糖含量的方法和原理；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生识别重金属含氧化酸盐对环境污染的能力，增强环保意识；培养学生的团队协作能力。

**【学习内容】**

1. 掌握间接碘量法测定葡萄糖含量的方法和原理。

2. 练习氧化还原滴定法的操作。

**【重点】**

间接碘量法测定葡萄糖含量的方法和原理。

**【难点】**

间接碘量法测定葡萄糖含量的方法。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 学会用间接碘量法测定葡萄糖的含量；
2. 学会判断加入淀粉指示剂的时间；

3. 通过对测量结果的分析，掌握数据处理的方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：验证性实验

2. 开出要求：必做

3. 分组要求：2人1组

4. 实验准备

① 碘溶液，基准KIO3，硫代硫酸钠固体，新配制淀粉溶液（0.5%），盐酸（1：1），NaOH溶液，KI固体；电子分析天平，容量瓶，移液管，酸式滴定管，锥形瓶，表面皿。

②预习要求，间接碘量法测定葡萄糖含量的方法和原理，淀粉指示剂的加入时间及终点的判断。

5. 其他要求：严格按规范操作进行实验；实验后分组轮流值日，保持天平室、实验室整洁。

实验六 莫尔法测定食盐中氯含量（4学时）

**【学习目标】**

1. 认知类目标：了解此方法对酸度的要求及酸度的变化对测定结果的影响；

2. 过程与方法类目标：掌握配制和标定AgNO3标准溶液的方法；掌握莫尔法测定氯含量的原理与方法；

3. 情感、态度、价值观类目标：掌握回收重金属方法，增强节约药品及环保意识。

**【学习内容】**

1. 学会AgNO3标准溶液的配制及标定。

2. 莫尔法测定氯的原理、滴定条件及操作方法。

**【重点】**

掌握莫尔法测定氯的原理、滴定条件及操作方法。

**【难点】**

莫尔法滴定终点时颜色突变的把握。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 学会用沉淀滴定法测定氯含量。

2. 掌握配制和标定AgNO3标准溶液的方法。

3. 掌握莫尔法滴定的原理和实验操作。

**【实验要求】**

1. 实验属性：验证性实验

2. 开出要求：必做

3. 分组要求：2人1组

4. 实验准备

① NaCl基准试剂，AgNO3溶液，K2CrO4溶液，NaCl试样；酸式滴定管，容量瓶，移液管，锥形瓶，烧杯。

②预习要求，预习莫尔法测定氯含量的原理及操作方法。

5. 其他要求：严格按规范操作进行实验；实验后分组轮流值日，保持天平室、实验室整洁。

实验七 邻二氮菲分光光度法测定铁的含量（5学时）

**【学习目标】**

1. 认知类目标：了解分光光度计的结构；

2. 过程与方法类目标：掌握分光光度计的使用方法；掌握分光光度法测定铁的原理和方法；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生使用仪器进行微量组分分析测试的能力，培养学生严谨的作风和实事求是的科学态度，培养学生的团队协作能力。

**【学习内容】**

1. 光度法中标准曲线的绘制和试样的测定方法。

2. 分光光度计的性能、结构及使用方法。

**【重点】**

光度法测定铁的原理及方法；标准曲线的绘制。

**【难点】**

分光光度计的使用方法。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握分光光度计的使用方法。

2. 掌握用分光光度法测定铁含量的原理及方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：验证性实验

2. 开出要求：必做

3. 分组要求：2人1组

4.实验准备

① 100mL烧杯、50mL容量瓶、吸量管(5mL、2mL、10mL)、玻棒、分光光度计、铁标准工作溶液（10ug·mL-1）、邻二氮菲溶液、盐酸羟胺溶液、NaAc溶液。

②预习要求，预习分光光度法测定铁的原理，分光光度计的基本操作方法。

5. 其他要求：严格按规范操作进行实验；实验后分组轮流值日，保持天平室、实验室整洁。

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 实验一 分析天平称量练习 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 实验二 酸碱溶液的配制与互相滴定 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| 实验三 食用醋总酸度的测定（常量滴定） | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 实验四 自来水总硬度的测定 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| 实验五 葡萄糖含量的测定 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| 实验六 莫尔法测定食盐中氯含量 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 实验七 邻二氮菲分光光度法测定铁的含量 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| **合计** | | | 32 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 实验一 分析天平称量练习  实验二 酸碱溶液的配制与互相滴定  实验三 食用醋总酸度的测定（常量滴定）  实验四 自来水总硬度的测定  实验五 葡萄糖含量的测定  实验六 莫尔法测定食盐中氯含量  实验七 邻二氮菲分光光度法测定铁的含量 | 1.出勤情况  2.实验操作  2.实验报告  4.实验考试 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | | | **合计** |
| **出勤情况** | **实验操作（包括实验预习）** | **实验报告** | **实验考试** |
| 课程目标1 | 10 | 20 | 20 | 50 | 50 |
| 合计 | 10 | 20 | 20 | 50 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×50% + 期末成绩×50%

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）=出勤情况（20% ）+ 实验操作（包括实验预习）（40%） + 实验报告（40%）

（三）期末成绩评定

期末成绩（100%）= 实验操作（100%）

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）使用教材（或实验指导书）

柳玉英等主编：《分析化学实验》，化学工业出版社，2018年版

（二）相关推荐书目

1. 武汉大学主编：《分析化学实验》第5版，高等教育出版社，2012年版；

2. 武汉大学主编：《分析化学实验》第6版，高等教育出版社，2021年版；

3. 王亦军，李月云等主编：《分析化学实验》，化学工业出版社，2012；

4. 申金山、许明远等主编：《化学实验》上、中册，化学工业出版社，2009；

5. 徐家宁，门瑞芝等主编：《基础化学实验》上册，高等教育出版社，2006。

（三）课程资源

1. 在学习通平台建立《分析化学实验》网络课程，上传了课程的讲义、相关实验视频资料和电子课本等资源。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023级生物工程专业人才培养方案制定。

**《物理化学实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 物理化学实验 | 课程代码 | 0700211 |
| 课程类别 | 实验 | 学时  /学分 | 32/1 |
| 开课单位 | 化工学院 | 适用专业 | 生物工程 |
| 课程负责人 | 物理化学课程组 | | |
| 大纲撰写人 | 物理化学课程组 | 大纲审核人 | 吕立强 |
| 先修课程 | 《无机化学实验》、《分析化学实验》、《物理化学》 | | |
| 课程网址 | 学习通平台物理化学实验 | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1. 通过实验，加深学生对物理化学课程基本理论的理解。能用所学知识对实验现象和结果进行分析讨论，增强学生运用理论知识解决实际问题的能力，具备一定科学探究与创新意识。

2. 掌握物理化学实验的基本操作和技能，强化安全与环保意识。加强学生观察实验现象、记录实验过程、数据处理与分析以及实验报告撰写的能力，使学生初步具有独立进行实验工作的能力，为今后的工作打下良好的实验基础。

3. 培养学生严谨求实、踏实认真的科学态度和良好的实验室工作习惯，加强学生团队协作意识，提高小组成员之间的沟通能力。

1. 课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 2.问题分析 | 2.2能够应用相关科学原理、数学模型正确表达和分析生物工程领域复杂工程问题(L) | 课程目标1 |
| 4.问题研究 | 4.2能够根据生物工程复杂工程问题的对象特征，选择正确的研究路线，设计可行的实验方案(M) | 课程目标2 |
| 9.个人和团队 | 9.2能够独立完成团队分配的工作，并能与团队其他成员有效协作，具有团队意识和团结互助精神(M) | 课程目标3 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

实验项目一 物理化学实验的一般知识

**【学习目标】**

强化学生安全环保意识，培养学生良好的实验习惯。让学生了解物理化学实验的基本常识，熟悉物理化学实验常用的数据处理软件，掌握物理化学实验报告撰写的基本思路和结构。

**【学习内容】**

1. 安全环保意识；

2. 物理化学实验的基本常识；

3. 物理化学实验常用的数据处理软件；

4. 物理化学实验报告撰写的基本思路和结构。

**【重点】**

1. 安全环保意识；

2. 物理化学实验常用的数据处理软件；

3. 物理化学实验报告撰写的基本思路和结构。

**【难点】**

1. 物理化学实验常用的数据处理软件；

2. 物理化学实验报告撰写的基本思路和结构。

**【实施方式】**

理论（线上线下混合）

**【学习要求】**

1. 强化学生的安全环保意识；

2. 了解物理化学实验的基本常识；

3. 熟悉物理化学实验常用的数据处理软件；

4. 掌握物理化学实验报告撰写的基本思路和结构。

**【实验要求】**

1. 实验属性：讲解性实验；

2. 开出要求：必做；

3. 分组要求：1人1组；

4. 实验准备：①线上教学平台和资源的建立。②预习要求：学习通平台预习实验，完成相应的章节测试。

5. 课下思考题：

① 物理化学实验常用数据处理软件有哪些？

② 物理化学实验报告主要内容有哪些？

实验项目二 燃烧热的测定

**【学习目标】**

学会用氧弹量热计法测定未知有机物燃烧热的原理与方法；掌握氧弹量热计的主要结构功能与作用。

**【学习内容】**

1. 压片的方法及技巧；

2. 氧弹的装配；

3. 燃烧热实验装置的调试与故障排除方法；

4. 燃烧热的测定方法。

**【重点】**

1. 掌握氧弹量热计的主要结构功能与作用。

**【难点】**

1. 氧弹量热计的实验操作技术。

**【实施方式】**

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

**【学习要求】**

1. 了解恒压燃烧热与恒容燃烧热的概念及两者关系；

2. 学会用氧弹量热计测定已知物苯甲酸测定量热计水当量的方法；

3. 学会用氧弹量热计测定未知物燃烧热的方法；

4. 学会用雷诺图解法校正温度变化。

**【实验要求】**

1. 实验属性：综合性实验；
2. 开出要求：必做；
3. 分组要求：2人1组；
4. 实验准备：：①线上教学平台和资源的建立；②仪器设备：燃烧热测定装置、氧弹、压片机、天平，药品试剂：苯甲酸、萘、点火丝等；③预习要求：学生在课程平台预习实验，完成相应的章节测试。

5. 课下思考题：

① 在实验中，哪些为体系？哪些为环境？

② 理想的绝热条件是不可能达到的，同时影响热量的交换量大小的因素也比较多，请列举本实验中的哪些操作或实验设计可以让体系的热交换更加接近于理想的绝热条件。

③ 如果使用这种测量待测物燃烧热的方法测量液体有机物应该如何操作？

④ 你觉得本实验还有哪些地方有待改进？

实验项目三 双液系气-液平衡相图

**【学习目标】**

学习测定气-液平衡数据及绘制二组分系统相图的方法，加深理解相律和相图等概念；熟悉阿贝折射仪的原理及操作，熟练掌握液体折光率的测定；了解运用物理化学性质确定混合物组成的方法。

**【学习内容】**

1. 测定气-液平衡数据及绘制二组分系统相图的方法；

2. 测量纯液体和液体混合物沸点的方法；

3. 阿贝折射仪的原理及操作；

4. 标准曲线的测定。

**【重点】**

1. 测量纯液体和液体混合物沸点的方法；

2. 标准曲线的测定。

**【难点】**

1. 测量纯液体和液体混合物沸点的方法

**【实施方式】**

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

**【学习要求】**

1. 学习测定气-液平衡数据及绘制二组分系统相图的方法，加深理解相律和相图等概念；

2. 掌握正确测量纯液体和液体混合物沸点的方法；

3. 熟悉阿贝折射仪的原理及操作，熟练掌握液体折光率的测定；

4. 了解运用物理化学性质确定混合物组成的方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：综合性实验；

2. 开出要求：必做；

3. 分组要求：2人1组；

4. 实验准备：①线上教学平台和资源的建立；②仪器设备：沸点仪1套；调节变压器1台；阿贝折射仪1台；玻璃漏斗；蒸发皿1个；长滴管10个，短滴管10个。药品试剂：环己烷-异丙醇标准溶液6组，待测液10组。③预习要求：学生在课程平台预习实验，完成相应的章节测试。

5. 课下思考题：

① 在双液系的气-液平衡相图实验中，作环己烷-乙醇的标准折光率-组成曲线的目的是什么？

② 用精馏的方法是否可把乙醇和环己烷混合液完全分离，为什么？

③测定纯环己烷和纯乙醇的沸点时，沸点仪中有水或其它物质行吗？

实验项目四 弱电解质电离常数的测定（分光光度法）

**【学习目标】**

掌握一种测定弱电解质的电离常数的方法；掌握分光光度法测定甲基红电离常数的基本原理；掌握分光光度计及pH计的原理和使用。

**【学习内容】**

1.分光光度计的校准和使用；

1. pH计的校准和使用；

2.用分光光法测定甲基红的电离常数。

**【重点】**

1. 分光光度计和pH计的使用及注意事项；

2. 实验原理。

**【难点】**

1. 实验原理；

2. 溶液配制精确

**【实施方式】**

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

**【学习要求】**

1. 掌握分光光度计和pH计的原理和使用；

2. 能够运用分光光度法测定甲基红电离常数。

**【实验要求】**

1.实验属性：综合性实验；

2.开出要求：必做；

3.分组要求：2人1组；

4.实验准备：①线上教学平台和资源的建立；②仪器设备：分光光度计1台、pH计1台、容量瓶若干、移液管若干等，药品试剂：甲基红标准溶液、HCl（0.1 mol•L-1）、HCl（0.01 mol•L-1）、CH3COONa（0.04 mol•L-1）、CH3COONa（0.01 mol•L-1）、CH3COOH（0.02 mol•L-1）等；③预习要求：学生在课程平台预习实验，完成相应的章节测试。

5.课下思考题

① pH计如何进行校准？

② 在制备溶液时，HCl，HAc和NaAc溶液起什么作用？

③ 一般比色测定时，为什么浓度由低到高测量？

实验项目五 电极制备和原电池的电动势测定

**【学习目标】**

学习铜电极、锌电极的制备和处理方法；掌握电位差计的测量原理和测定电动势的方法。

**【学习内容】**

1. 电极反应和电池反应；

2. 电极电势和电池电动势；

3. 参比电极的选择；

4. 对消法测量电池电动势；

5. 铜、锌电极电势的求算。

**【重点】**

1. 对消法测量电池电动势；

2. 铜、锌电极电势的求算。

**【难点】**

1. 对消法测量电池电动势；

2. 铜、锌电极电势的求算。

**【实施方式】**

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

**【学习要求】**

1. 学会铜电极、锌电极的制备和处理方法；

2. 掌握电位差计的测量原理和测定电动势的方法；

3. 运用能斯特方程计算电极电势，加深对原电池、电极电动势等概念的理解。

**【实验要求】**

1. 实验属性：综合性实验；

2. 开出要求：必做；

3. 分组要求：2人1组；

4. 实验准备：①线上教学平台和资源的建立；②仪器设备：电位差计、铜片、锌片、电极管、标准电池、饱和甘汞电极，药品试剂：CuSO4(0.1000mol·kg-1)、ZnSO4(0.100mol·kg-1)、KCl饱和溶液、硝酸亚汞溶液、镀铜液。③预习要求：学生在课程平台预习实验，完成相应的章节测试。

5. 课下思考题：

① 参比电极应具备什么条件？

② 盐桥有什么作用？

实验项目六 一级反应-蔗糖的转化

**【学习目标】**

测定不同温度时蔗糖转化反应的速率常数和半衰期，并求算蔗糖转化反应的活化能；了解旋光仪的构造、工作原理，掌握旋光仪的使用方法。

**【学习内容】**

1. 蔗糖一级水解反应的实验原理；

2. 旋光仪的构造、工作原理，以及旋光仪的使用方法；

3. 蔗糖水解过程中αt和α∞的测定。

**【重点】**

1. 掌握旋光仪的使用方法；

2. 实验记录和实验报告的书写。

**【难点】**

1. 蔗糖水解过程中αt和α∞的测定的读数问题。

**【实施方式】**

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

**【学习要求】**

1. 掌握蔗糖一级水解反应的实验原理；

2. 了解旋光仪的构造、工作原理，掌握旋光仪的使用方法；

3. 实验预习报告的书写。

**【实验要求】**

1. 实验属性：讲解性实验；

2. 开出要求：必做；

3. 分组要求：2人1组；

4. 实验准备：①线上教学平台和资源的建立；②仪器设备：旋光仪1台、恒温槽1套、恒温旋光管1只、烧杯若干、移液管若干、容量瓶若干、叉形管(25ml)1只，药品试剂：HCl溶液(2.0 mol·L-1)、蔗糖(分析纯)；③预习要求：学生在课程平台预习实验，完成相应的章节测试。

5. 课下思考题

① 蔗糖浓度、盐酸浓度对反应速率常数k有什么影响？

② 配制蔗糖溶液时不够准确，对测量结果是否有影响？

③ 本实验要想减少误差，应注意什么？

实验项目七 二级反应-乙酸乙酯皂化

**【学习目标】**

掌握测定乙酸乙酯造化反应速率常数和活化能的物理方法-电导法；了解二级反应的特点，学会用作图法求二级反应的速率常数；熟悉测量电导的方法和电导率仪的使用。

**【学习内容】**

1. 电导率仪的校准和使用；
2. 恒温水浴箱的使用；

3. 乙酸乙酯溶液的配制；

4. 作图法求二级反应的速率常数。

**【重点】**

1. 仪器的校准和使用；

2. 实验原理。

**【难点】**

1. 乙酸乙酯溶液的配制；

2. 作图法求二级反应的速率常数。

**【实施方式】**

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

**【学习要求】**

1. 掌握电导率仪的使用；

2. 能够运用作图法求直线斜率，进而得到反应速率常数。

**【实验要求】**

1.实验属性：综合性实验；

2.开出要求：必做、选做；

3.分组要求：2人1组；

4.实验准备：①线上教学平台和资源的建立；②仪器设备：电导率仪1台、恒温水浴1套、容量瓶若干、移液管若干、叉型管1只等，药品试剂：氢氧化钠、乙酸乙酯等；③预习要求：学生在课程平台预习实验，完成相应的章节测试。

5.课下思考题

① 在本实验中，如何测定乙酸乙酯皂化反应的活化能？

② 在本实验中，为什么测k0用0.01mol•L-1氢氧化钠，与乙酸乙酯反应用0.02 mol•L-1氢氧化钠？

实验项目八 胶体的制备和电泳

**【学习目标】**

掌握水解法制备Fe(OH)3溶胶的实验方法；测定Fe(OH)3溶胶的电泳速率，并计算ζ电势；熟悉溶胶带电的原因并判断其带电性以及胶团结构。

**【学习内容】**

1. Fe(OH)3溶胶的特性和电泳的原理；

2. 水解法制备Fe(OH)3溶胶；

3. Fe(OH)3溶胶的渗析法纯化；

4. 电泳速率u的测定。

**【重点】**

1. Fe(OH)3溶胶的特性和电泳的原理；

2. 实验记录和实验报告的书写。

**【难点】**

1. 实验数据的处理。

**【实施方式】**

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

**【学习要求】**

1. 掌握水解法制备Fe(OH)3溶胶的实验方法；

2. 测定Fe(OH)3溶胶的电泳速率，并计算ζ电势。熟悉溶胶带电的原因并判断其带电性以及胶团结构。

**【实验要求】**

1. 实验属性：讲解性实验；

2. 开出要求：必做；

3. 分组要求：2人1组；

4. 实验准备：①线上教学平台和资源的建立；②仪器设备：DYY-Ⅲ9B电泳仪1台、DDS-11C电导率仪1台、恒温水浴锅1台、电吹风1支、锥形瓶2个、电炉1台、烧杯若干、离心试管若干、250ml棕色试剂瓶1个，药品试剂：FeCl3溶液（w=0.10）、AgNO3溶液（w=0.01）、KSCN溶液（w=0.01）、火胶棉溶液（w=0.05）、盐酸溶液（1mol•L-1）；③预习要求：学生在课程平台预习实验，完成相应的章节测试。

5.课下思考题

① 电泳速度的快慢与哪些因素有关？

② 如果电泳仪器没洗净，管壁上残留微量电解质，对电泳测量结果将有什么影响？

③ Fe(OH)3胶粒带何种符号的电荷？为什么它会带此种符号的电荷？

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 实验项目一 物理化学实验的一般知识 | 理论 | 课程目标1、2、3 | 4 |
| 实验项目二 燃烧热的测定 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 4 |
| 实验项目三 双液系气-液平衡相图 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 4 |
| 实验项目四 弱电解质电离常数的测定（分光光度法） | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 4 |
| 实验项目五 电极制备和原电池的电动势测定 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 4 |
| 实验项目六 一级反应-蔗糖的转化 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 4 |
| 实验项目七 二级反应-乙酸乙酯皂化 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 4 |
| 实验项目八 胶体的制备和电泳 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 4 |
| **合计** | | | 32 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 1.1物理化学实验的基础知识和相关理论  1.2物理化学实验原理 | 1. 课前预习 2. 线上测试 3. 实验报告 4. 期末考试 |
| 课程目标2 | 2.1物理化学实验的基本操作技能  2.2实验现象、实验数据的记录  2.2实验室操作表现  2.3实验报告的规范化程度 | 1. 实验操作 2. 实验报告 3. 期末考试 |
| 课程目标3 | 3.1实验现象、实验数据的记录  3.2实验室操作表现 | 1.实验操作  2.实验报告 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | | |  | **合计** |
| **课前预习** | **线上测试** | **实验操作** | **实验报告** | **期末考试** |
| 课程目标1 | 12 | 9 |  | 10 | 20 | 51 |
| 课程目标2 |  |  | 9 | 10 | 20 | 39 |
| 课程目标3 |  |  |  | 10 |  | 10 |
| 合计 | 12 | 9 | 9 | 30 | 40 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×60%+期末成绩×40%

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）=课前预习（20%）+线上测试（15%）+实验操作（15%）+实验报告（50%）

考核方式: 课前预习、线上测试、实验操作、实验报告等。

课前预习：要求每位学生熟悉实验原理、实验步骤，查找有关的物理常数，完成线上教学平台的预习任务点。

线上测试：通过学习通教学平台，向学生发放章节测试题，考察学生对实验的预习情况。

实验操作：要求每位学生实验过程中操作规范，其中包括仪器的正确使用，药品、试剂的称量与量取，操作的熟练程度，实验数据记录情况等方面；仪器的清洗和实验台的整理。

实验报告：包括实验目的、实验原理、实验步骤、实验现象、实验数据处理、分析和讨论等。

（三）期末成绩评定

考核内容：主要考核对有机化学实验理论、基本知识、基本原理的掌握程度，对实验操作的规范程度以及对实验现象的分析和解释，具体包括以下内容：

1.物理化学实验的一般知识

2. 燃烧热的测定

3. 双液系气-液平衡相图

4. 弱电解质电离常数的测定（分光光度法）

5. 电极制备和原电池的电动势测定

6. 一级反应-蔗糖的转化

7. 二级反应-乙酸乙酯皂化

8. 胶体的制备和电泳

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）使用教材（或实验指导书）

侯炜、戴莹莹主编：《物理化学实验》（第一版），北京理工大学出版社，2016年.

（二）相关推荐书目

1. 庄继华主编：《物理化学实验》（第三版）；高等教育出版社，2004年.

2. 易平贵、郑柏树主编：《物理化学实验》；中国矿业大学出版社，1990年.

3. 夏海涛主编：《物理化学实验》；南京大学出版社，2006年.

（三）课程资源

学习通《物理化学实验（生物工程专业）》教学平台。

通过该学习平台，授课教师向学生发布预习实验的任务点，学生在规定的时间内，完成指定任务。为方便学生更好的预习实验。为进一步强化学生的预习环节，每一实验后面还设置了章节测试题。该测试题可用于学生对物理化学实验基础知识、基本理论掌握程度的一种自我检验。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023年生物工程专业人才培养方案制定。

**《化工原理实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 化工原理实验 | 课程代码 | 0701222 |
| 课程类别 | 实践环节课程 | 学时  /学分 | 32/1.0 |
| 开课单位 | 化工学院 | 适用专业 | 生物工程 |
| 课程负责人 | 刘会茹、许保恩、刘磊、王丽欣、董丽华、周娟 | | |
| 大纲撰写人 | 刘会茹 | 大纲审核人 | 于宏伟 |
| 先修课程 | 《化工原理》、《分析化学》、《物理化学》 | | |
| 课程网址 |  | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

具备工程职业素养，树立社会责任感，能在工程实践中综合考虑法律、环境与可持续发展等因素影响，具有良好的质量管理、节能环保、安全生产意识和绿色生态发展理念。通过实验从实践中进一步学习、掌握和运用学过的基本理论，加深对生物工程单元操作的理解，巩固和深化所学理论知识；通过实验熟悉实验装置的结构与性能，熟悉工艺流程，掌握操作方法；通过实验数据的测取、归纳运算、实验报告的编写等一系列工作，提高学生的计算能力和编写报告的能力。通过分组实验，体现团队的合作，提高合作意识。【毕业要求2 问题分析】

1. 课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 2. 问题分析 | 2.3：能够应用生物工程专业知识及其基本原理，对生物制药过程中细胞培养、微生物发酵、活性物质分离等相关过程中复杂工程问题进行识别、表达，并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。（H） | 课程目标1 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

第一章 流体流动型态及临界雷诺准数的测定

**【学习目标】**

1. 通过实验熟悉实验装置的结构与性能，熟悉工艺流程，掌握操作方法。
2. 观察流体流动的两种流动型态，了解流速的影响。
3. 通过分小组实验及小组中成员的合作，能完成实验，提高团队合作意识及科学严谨态度。

**【学习内容】**

1. 通过观察流体在不同流速下流动时示踪液的流动形状，判断液体的流动型态，得出在管径、密度、粘度不变的情况下流体流动型态与流体流速的正变关系。

2. 采用积累示踪液的方法，观察流体在管内流动时的速度分布情况。

3. 掌握影响流体流动型态的因素，测定流体不同流型时的雷诺准数Re和流型转变时的临界雷诺准数Re。

4. 思考实际输送过程中流体流动形态的选择与评价。

**【重点】**

1. 液体的流动型态，在管径、密度、粘度不变的情况下流体流动型态与流体流速的正变关系。

2. 实际输送过程中流体流动形态的选择与评价。

**【难点】**

1. 实际输送过程中流体流动形态的选择与评价。

**【实施方式】**

采用线下讲解和学生动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1. 通过理论学习，掌握流体流动形态的变化及规律。

2. 运用视频录像和现下观看，了解实验流程、掌握实验操作方法。

3. 通过团队合作，完成实验。

4. 通过数据处理，培养学生科学严谨态度。

**【实验要求】**

1. 实验属性

验证性实验

1. 开出要求

必做

1. 分组要求

4人一组

1. 实验准备

（1）实验仪器能正常运转。

（2）要求学生观看视频录像和写预习报告，预习实验。

5. 其他要求

要求学生掌握流体流动形态的理论知识，并思考如何正确选择流体的流动。

第二章 伯努力实验

**【学习目标】**

1. 通过实验熟悉实验装置的结构与性能，熟悉工艺流程，掌握操作方法。

2. 通过实验和数据处理，观察水在导管内静止和流动时，上下游截面各压头的变化情况，了解动压能、冲压能之间的关系。

3. 通过观测流体在静止和流动中各项压头的相互转换关系，进一步掌握柏努利方程。

4. 通过分小组实验及小组中成员的合作，能完成实验，培养学生科学严谨的态度；提高团队协作意识。

**【学习内容】**

1. 自学了解实验的原理、实验装置的结构，学习操作方法。

2. 观察流体在静止和流动中各项压头的相互转换。

3. 测定流体流动时各截面的静压强、冲压强。求出各截面处的总压头，判断是否守恒及各压头转化情况。

**【重点】**

1. 流体在静止和流动中各项压头的相互转换。

2. 伯努利方程的应用。

**【难点】**

1. 利用伯努利方程解决实际问题。

**【实施方式】**

采用线下讲解、线上学习和学生动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1. 通过理论学习，掌握伯努利方程中各项的意义。

2. 运用视频录像和现下观看，了解实验流程、掌握实验操作方法。

3. 通过观察实验现象，采集数据及处理，掌握伯努利方程的应用，培养学生科学严谨态度。

**【实验要求】**

1. 实验属性

验证性实验

1. 开出要求

必做

1. 分组要求

4人一组

1. 实验准备

（1）实验仪器能正常运转。

（2）要求学生观看视频录像和写预习报告，预习实验。

5. 其他要求

要求学生掌握流体流动中机械能转换的理论知识，并了解各项的物理意义。

第三章 管道流体阻力实验

**【学习目标】**

1. 通过实验熟悉实验装置的结构与性能，熟悉工艺流程，掌握操作方法。
2. 通过实验操作掌握流体在直管中流动和流经管件时，其阻力测定方法；熟悉并掌握U管压差剂的使用方法。
3. 通过数据处理掌握双对数坐标的使用方法，培养学生科学严谨态度。
4. 通过分小组实验及小组中成员的合作，能完成实验，提高团队意识。
5. 通过摩擦系数的无量纲分析，培养学生用哲学观点解决问题。

**【学习内容】**

1. 自学了解实验的原理、实验装置的结构，学习操作方法。

2. 解释实验时的排气操作和流量调节及数据记录的一般规律、实验的基本要求。

3. 测定流体流过直管时摩擦系数λ与雷诺数Re之间的关系；测定流体流过阀门、变径管件(扩大或缩小)时的局部阻力系数ζ。

**【重点】**

1. 摩擦系数λ与雷诺数Re之间的关系。

2. 测定流体流过阀门、变径管件(扩大或缩小)时的局部阻力系数ζ。

**【难点】**

1. 流体流动阻力的测定及计算。

**【实施方式】**

采用线下讲解和学生动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1. 通过理论学习，初步掌握伯流体流动阻力的测定方法。

2. 运用线上学习和线下观看，了解实验流程、掌握实验操作方法。

3. 通过实验操作，采集数据及处理，掌握流动阻力的计算。

**【实验要求】**

1. 实验属性

验证性实验

1. 开出要求

必做

1. 分组要求

4人一组

1. 实验准备

（1）实验仪器能正常运转。

（2）要求学生观看视频录像和写预习报告，预习实验。

5. 其他要求

要求学生掌握流体流动中流动阻力的理论知识，并了解摩擦系数的物理意义及求解。

第四章 恒压过滤常数测定

**【学习目标】**

1.通过实验熟悉实验装置的结构与性能，熟悉工艺流程，掌握操作方法。

2.通过实验操作掌握恒压过滤常数的测定方法。

3.通过数据处理掌握恒压过滤常数影响因素。

4.通过分小组实验及小组中成员的合作，能完成实验，并提高团队意识。

**【学习内容】**

1. 自学了解板框压滤机的构造、装置流程和实验操作方法。

2. 了解过滤常数的影响因素。

3. 测定某一压强下过滤方程式中的过滤常数K、。

**【重点】**

1. 过滤常数的影响因素。

2. 板框的安装要点。

**【难点】**

1.板框的安装。

**【实施方式】**

采用线上学习、线下讲解和学生动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1. 通过理论学习，初步掌握恒压过滤常数的测定方法。

2. 运用视频录像和线下观看，了解实验流程、掌握实验操作方法和板框安装方法。

3. 通过实验操作，采集数据及处理，掌握过滤常数的测定方法和影响因素。

**【实验要求】**

1. 实验属性

验证性实验

1. 开出要求

必做

1. 分组要求

4人一组

1. 实验准备

（1）实验仪器能正常运转。

（2）要求学生观看视频录像和写预习报告，预习实验。

5. 其他要求

要求学生掌握恒压过滤的理论知识，并了解恒压过滤常数的物理意义及求解。

实验五 气-汽对流传热综合实验

**【学习目标】**

让学生熟悉过程工程方法在研究间壁式对流传热问题时的应用，了解间壁式传热过程给热系数测定的实验组织方法。了解影响给热系数的工程因素和强化传热操作的工程途径。熟悉借助热电偶测量壁面温度的方法。掌握间壁式换热设备给热系数和总传热系数的实验测定方法，了解给热系数测定的工程意义。通过实验促进学生理论与实践相结合，激发学生团队协作、严谨认真的科学精神。

**【学习内容】**

1. 了解列管换热器的结构和工作原理。

2. 测定空气在列管换热器实验中的总传热系数*K*o。

3. 比较并流流动传热和逆流流动传热的特点。

4. 计算管程流体的对流传热系数*α*值。

**【重点】**

1. 测定空气在列管换热器实验中的总传热系数*K*o。

2. 比较并流流动传热和逆流流动传热的特点。

**【难点】**

1. 过程工程方法在研究间壁式对流传热问题时的应用，以及间壁式换热器传热过程中总传热系数测定实验组织方法。

2. 数据处理过程。

**【实施方式】**

实验理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

**【学习要求】**

1. 掌握测定空气在列管换热器中总传热系数测定的实验方法，加深对其工程基础知识和影响因素的理解。

2. 运用计算数值分析方法对数据进行处理求取测定常数。

**【实验要求】**

1. 实验属性：综合性实验

2. 开出要求：必做

3. 分组要求：4人1组

4. 实验准备：①仪器设备正常；②预习要求：在实验课程平台预习实验项目，完成预习任务，撰写预习报告；③学生复习相应理论知识。

5. 其他要求：注重实验教学与工程实际相结合；强化健康、安全、环境意识。

第六章 离心泵特性曲线测定

**【学习目标】**

1. 通过实验熟悉实验装置的结构与性能，熟悉工艺流程，掌握操作方法。
2. 通过实验操作掌握离心泵特性曲线和管路曲线测定的方法以及影响因素。
3. 通过数据处理掌握离心泵性能参数的求解。
4. 通过分小组实验及小组中成员的合作，能完成实验，培养团队协作意识；对问题进行讨论分析，提高分析问题解决问题的能力。

**【学习内容】**

1. 自学了解离心泵的构造、装置流程和实验操作方法。

2. 练习离心泵的操作，测定离心泵在一定转速下，H（扬程）、N（轴功率）、η（效率）与Q（流量）之间的特性曲线。

3. 测定流量调节阀某一开度下管路特性曲线。

4. 思考离心泵性能曲线的影响因素。

**【重点】**

1. 离心泵在一定转速下，H（扬程）、N（轴功率）、η（效率）与Q（流量）之间的特性曲线。

2. 特性参数的求解。

**【难点】**

1. 离心泵性能参数的影响因素。

**【实施方式】**

采用线上学习、线下讲解和学生动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1. 通过理论学习，初步掌握离心泵的性能参数和性能曲线及工作点的理论知识。

2. 运用视频录像和现下观看，了解实验流程、掌握实验操作方法。

3. 通过实验操作，采集数据及处理，掌握性能参数的计算和性能参数的影响因素。

4.思考离心泵开启停止时的操作及原因；了解流量变化，压力表和真空表的变化。

**【实验要求】**

1. 实验属性

验证性实验

1. 开出要求

必做

1. 分组要求

4人一组

1. 实验准备

（1）实验仪器能正常运转。

（2）要求学生观看视频录像和写预习报告，预习实验。

5. 其他要求

要求学生掌握离心泵的理论知识，了解离心泵的开启和停止需要注意的事项及原因。

第七章 流化床干燥操作实验

**【学习目标】**

1. 通过实验熟悉实验装置的结构与性能，熟悉工艺流程，掌握操作方法。
2. 熟悉流化床连续干燥固体湿物料的方法和流程。
3. 测定流化床连续干燥湿硅胶颗粒时的干燥速率(单位时间的去水率)并与箱式干燥器的干燥速率进行比较。
4. 通过分小组实验及小组中成员的合作，能完成实验，培养团队意识；对问题进行讨论分析，提高分析问题解决问题的能力。

**【学习内容】**

1. 自学了解流化床干燥器的构造、装置流程和实验操作方法。

2. 测定流化床连续干燥湿硅胶颗粒时的干燥速率(单位时间的去水率)。

3. 思考固体的流化态？为何流化态下的干燥速率比普通厢式干燥速率大？流化床干燥速率的影响因素。

**【重点】**

1. 流化床连续干燥湿硅胶颗粒时的干燥速率(单位时间的去水率)。

2. 流化床干燥速率的影响因素。

**【难点】**

1. 物料的出料操作及干燥速率的影响因素。

**【实施方式】**

采用现下讲解和学生动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1. 通过理论学习，初步掌握固体的流态化及固体干燥的理论知识。

2. 运用视频录像和现下观看，了解实验流程、掌握实验操作方法。

3. 通过实验操作，采集数据及处理，掌握干燥速率的计算。

4. 对本实验结果进行思考。

**【实验要求】**

1. 实验属性

验证性实验

1. 开出要求（如必做、选做等）

必做

1. 分组要求（如1人1组）

4人一组

1. 实验准备

（1）实验仪器能正常运转。

（2）要求学生观看视频录像和写预习报告，预习实验。

5. 其他要求

要求学生掌握流化态的理论知识，了解操作时需要注意的事项及原因。

第八章 精馏塔数据采集和过程控制实验

**【学习目标】**

1. 通过实验熟悉实验装置的结构与性能，了解板式精馏塔的结构，熟悉工艺流程，掌握操作方法。
2. 通过实验观察连续精馏的操作情况，掌握实验室连续精馏的操作技术和实验研究方法，增进独立解决精馏问题的实际能力，并加深对连续精馏原理的理解，用哲学思想解释精馏现象。

3. 学习精馏塔性能参数的测量方法，并掌握其影响因素。

4. 测定不同回流比(R)下塔顶馏出液中乙醇的摩尔分数，分析回流比对产品的影响，思考回流比的适宜选择对精馏节能降耗的影响，践行绿色生产的观念。

5. 通过分小组实验及小组中成员的合作，能完成实验，对问题进行讨论分析，提高团队意识。

**【学习内容】**

1. 研究开车过程中，精馏塔在全回流条件下，塔顶温度等参数随时间的变化情况。

2. 测定精馏塔在全回流、稳定操作条件下，塔体内温度沿塔高的分布及塔顶和塔釜的组成。

3. 测定精馏塔在全回流时，稳定操作后的全塔理论塔板数、总板效率。

4. 在部分回流、稳定操作条件下，测定塔顶浓度随回流比的变化情况。

**【重点】**

1. 精馏塔性能参数的测量方法及其影响因素。

2. 在部分回流、稳定操作条件下，测定塔顶浓度随回流比的变化情况。

**【难点】**

1. 精馏塔性能参数的测量方法。

2. 阿贝折光仪测浓度时，折光指数与浓度关系。

**【实施方式】**

采用线上学习、线下讲解和学生自学、动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1. 通过理论学习，掌握板式精馏塔的结构和精馏原理。

2. 运用视频录像和现下观看，了解实验流程、掌握实验操作方法。

3. 通过实验操作，采集数据及处理，掌握塔体内温度沿塔高的分布及部分回流下，回流比对塔顶浓度的影响。

4.思考如何设计简单两组分分离的精馏塔？

**【实验要求】**

1. 实验属性

验证性实验

1. 开出要求（如必做、选做等）

必做

1. 分组要求

4人一组

1. 实验准备

（1）实验仪器能正常运转。

（2）实验药品乙醇、正丙醇。

（2）要求学生观看视频录像和写预习报告，预习实验。

5. 其他要求

要求学生掌握精馏的原理和塔板的结构，了解操作时需要注意的事项。

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 第一章 流体流动型态及临界雷诺准数的测定 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1 | 3 |
| 第二章 伯努力实验 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1 | 3 |
| 第三章 管道流体阻力实验 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1 | 4 |
| 第四章 恒压过滤常数测定实验 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1 | 4 |
| 第五章 气-汽对流传热综合实验装置 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1 | 4 |
| 第六章 离心泵特性曲线的测定 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1 | 4 |
| 第七章 流化床干燥 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1 | 4 |
| 第八章 精馏塔数据采集和过程控制实验 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1 | 6 |
| **合计** | | | 32 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 1掌握实验技术的一般规律、实验数据处理方法，了解实验设计基本理论。  2掌握流体在直管中流动和流经管件时，其阻力测定方法；掌握双对数坐标的使用方法。  3掌握离心泵特性曲线和管路特性曲线的测量方法。  4了解板框压滤机的构造、装置流程和实验操作方法。  5了解套管换热器管内压强ΔP与Nu之间的关系，掌握关联式的整理方法。  6 了解流体的流化态，掌握干燥速率的计算。  7 熟悉板式精馏塔的操作方法，测定板式塔的全塔效率。  8 观察流体流动的两种流动型态，了解流速的影响。  9了解动压能、冲压能之间的关系。  10掌握各种流动情况下边界层的形成、发展，分析形成阻力的原因。了解流体在不同塔板上的流体力学性能。分析流体力学性能对塔板效率的影响。  11熟悉化工设备的结构。 | 实验报告  实验考试 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | **合计** |
| **实验报告** | **实验考试** |
| 课程目标1 | 80 | 20 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×80%+期末成绩×20%

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）=实验报告（100%）

实验报告：每个实验的实验报告为100分，8个实验，最后成绩为满分为8个实验的平均分。实验报告内容包括：实验原理及目的（10分）、实验装置及操作步骤（10分）、实验数据记录及处理（30分）、实验分析及思考（30分），实验报告书写清晰（20分）。总实验报告成绩为每个实验报告的成绩加和，然后平均。

（三）期末成绩评定

期末成绩（100%）=实验操作考试（40%）+理论考试（60%）

实验操作由学生分组现下抽其中的一个实验项目，线下完成实验操作及数据处理，根据操作的情况给出成绩，满分为100分。

理论考试学习通进行答题，系统自动给出成绩，满分为100分。

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）使用教材（或实验指导书）

张金利，郭翠梨等主编：《化工原理实验》（第二版），天津大学出版社，2016年版；

（二）相关推荐书目

1. 都健，王瑶等主编：《化工原理实验》，化学工业出版社，2017年版；

2. 杨祖荣主编：《化工原理实验》（第二版），化学工业出版社，2018年版；

3. 居沈贵，夏毅等主编：《化工原理实验》（第二版），化学工业出版社，2020年版；

（三）课程资源

1.优质在线开放课程：天津大学，化工原理及实验，柴诚静版。

2.课程必读书目：

（1）夏清，贾绍义主编：《化工原理》上、下册（第二版），天津大学出版社，2012年版；

（2）姚玉英主编：《化工原理》上、下册，天津大学出版社，1999年版；

（3）柴诚敬主编：《化工原理》上、下册，高等教育出版社，2006年版；

（4）陈敏恒主编：《化工原理》上、下册（第五版），化学工业出版社，2020年版；

（5）何潮洪主编：《化工原理习题精解》，科学出版社，2003年版。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023年生物工程专业人才培养方案制定。

**《药物合成反应实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程 名称 | 药物合成反应实验 | 课程代码 | 0701063 |
| 课程 类别 | 专业教育核心课程 | 学时  /学分 | 48/1.5 |
| 开课 单位 | 化工学院 | 适用专业 | 制药工程 |
| 课程 负责人 | 何敬宇、张志辉 | | |
| 大纲 撰写人 | 张志辉 | 大纲审核人 | 何敬宇 |
| 先修 课程 | 《有机化学》、《药物合成反应》、《药厂设备及车间工艺设计》 | | |
| 课程 网址 | http://i.mooc.chaoxing.com/space/index?t=1636026131102 | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1.能够系统地掌握药物制备中重要的药物合成反应原理，运用基本原理，对制药过程中的复杂工程问题进行认识、表达和分析，以获得有效结论。培养学生在复杂药物合成中的观察分析、思维理解和独立解决问题的能力。【毕业要求2问题分析】

2.掌握药物合成的基本仪器的使用及独立安装全套仪器的技能，巩固有机合成单元操作技能训练；掌握药物制备中的单元反应原理、操作步骤和工艺流程；树立良好的科研作风，培养学生在复杂药物合成中的观察分析、思维理解和独立解决问题的能力。【毕业要求4研究】

3.具有良好的团队协作精神，能够在实验团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。【毕业要求9个人和团队】

1. 课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 2.问题分析 | 2.3在文献调研的基础之上，能够运用制药工程基本原理，分析药物生产过程中的影响因素，验证其合理性并获得有效结论。（M） | 课程目标1 |
| 4.研究 | 4.2具有与制药过程相关的化学、药学、工程学过程实验的设计能力。（H） | 课程目标2 |
| 9.个人和团队 | 9.1具备良好的交流和表达技巧，能够主动与团队其他成员进行有效沟通、合作共事，具有团队合作精神。（M） | 课程目标3 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

实验一 药物合成实验基本仪器设备培训

**【学习目标】**

1. 了解药物合成反应实验常用仪器的原理；

2. 掌握药物合成反应实验使用和操作；

3. 熟悉我国药物发展，培养学生实事求是的科学态度及良好的实验习惯，培养药物研发专业精神和职业素养。

**【学习内容】**

1. 药物合成实验常规加热回流操作体系的组装及其规范操作；
2. 药物合成实验挥发刺激气体产生装置体系的组装及其规范操作；
3. 药物合成实验常压蒸馏操作体系的组装及其规范操作；
4. 药物合成实验减压蒸馏操作体系的组装及其规范操作；
5. 药物合成实验重结晶操作体系的规范操作；
6. 药物合成实验旋转蒸发仪操作体系的规范操作。

**【重点】**

1. 常规加热回流操作；挥发刺激气体产生装置体系的组装；常压、减压蒸馏体系的组装；重结晶和旋转蒸发仪操作。

2. 实验记录和实验报告的书写。

**【难点】**

常压、减压蒸馏和重结晶的原理

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 了解药物合成实验室安全操作；
2. 掌握药物合成实验常规仪器的性能、使用范围；
3. 掌握药物合成实验常规仪器基本工作要求，熟悉药物合成实验操作的基本程序和工作常识，培养良好的实验习惯。

**【实验要求】**

1. 实验属性: 培训和考试实验。
2. 开出要求：必做
3. 分组要求：1人1组
4. 实验准备：

（1）仪器设备：加热回流装置；挥发刺激气体产生装置；常压、减压蒸馏装置；重结晶装置和旋转蒸发仪；

（2）要求学生预习。

5. 课下思考题

（1）药物合成实验安全应注意什么？

（2）药物合成实验常规仪器几种、各自使用范围？

（3）药物合成实验的科研习惯的养成应注意哪些内容？

实验二 扑热息痛的合成（设计性）

**【学习目标】**

1. 掌握N-酰化反应在药物合成中的应用；
2. 培养学生实事求是的科学态度、良好的实验习惯和团队合作。

**【学习内容】**

1. 对氨基苯酚和醋酐进行N-酰化反应；
2. 反应完毕后处理；
3. 易被氧化产品的重结晶精制方法。

**【重点】**

1. 对氨基苯酚和醋酐进行N-酰化反应的操作；
2. 易被氧化产品的重结晶精制操作；
3. 实验记录和实验报告的书写。

**【难点】**

N-酰化反应机理

**【实施方式】**

路线设计+实验答辩+小组实验

**【学习要求】**

1. 通过文献查阅，制定药物合成路线，书写开题报告。
2. 通过开题报告答辩，进行试验方案的论证。
3. 了解选择性乙酰化对氨基酚的氨基而保留酚羟基的方法。
4. 掌握易被氧化产品的重结晶精制方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性: 综合性实验。
2. 开出要求：必做
3. 分组要求：3人1组
4. 实验准备：

（1）仪器设备：加热回流装置和重结晶装置；药品试剂：对氨基苯酚、醋酐、亚硫酸氢钠和活性炭；

（2）要求学生预习。

5. 课下思考题

（1）N-酰化反应如何确定反应方案，依据是什么？

（2）酰化反应为何选用醋酐而不与醋酸作酰化剂？

（3）加亚硫酸氢钠的目的何在？

实验三 手性苯甘氨酸乙酯的合成（设计性）

**【学习目标】**

1. 掌握酯化反应在药物合成中的应用；
2. 熟悉手性合成在药物中的应用；
3. 培养学生分析问题、解决问题的能力，良好的团结协作精神以及科研意识和创新能力，传递给学生坚持不懈、严谨认真的精神,提升学生人格品质。

**【学习内容】**

1. 酸和醇在浓硫酸催化下进行酯化反应；
2. 反应完毕后处理；

3. HPLC的使用和药物质量控制

4. 自动旋光分析仪器的使用

**【重点】**

1. 酸和醇在浓硫酸催化下进行酯化反应；

2. HPLC药物质量控制和自动旋光分析仪器的使用。

3. 实验记录和实验报告的书写。

**【难点】**

酸和醇在浓硫酸催化下进行酯化反应机理

**【实施方式】**

路线设计+实验答辩+小组实验

**【学习要求】**

1. 通过文献查阅，制定药物合成路线，书写开题报告。
2. 通过开题报告答辩，进行试验方案的论证。
3. 通过手性苯甘氨酸乙酯的制备，了解手性药物的操作注意事项。
4. 通过本实验了解手性药物合成在药物合成上的应用。
5. 通过本实验，掌握HPLC药物质量控制和自动旋光分析仪器的使用。

**【实验要求】**

1. 实验属性: 综合性实验。
2. 开出要求：必做
3. 分组要求：3人1组
4. 实验准备：

（1）仪器设备：加热回流装置，HPLC装置和旋光分析仪；药品试剂：手性苯甘氨酸、浓硫酸、无水乙醇和甲苯；

（2）要求学生预习。

5. 课下思考题

（1）手性苯甘氨酸乙酯的合成路线有哪些？

（2）酯化反应有什么特点？如何促使酯化反应向生成物方向进行？

（3）酯化反应有哪些副反应？

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 实验一 药物合成实验基本仪器设备培训 | 理论培训+考试 | 课程目标1、2 | 10学时 |
| 实验二 扑热息痛的合成 | 路线设计+实验答辩+小组实验 | 课程目标1-3 | 18学时 |
| 实验三 手性苯甘氨酸乙酯的合成 | 路线设计+实验答辩+小组实验 | 课程目标1-3 | 20学时 |
| **合计** | | | 48学时 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 1.1实验现象、实验数据的记录  1.2实验室基本操作技能和表现  1.3实验操作的规范化程度 | 1. 路线设计和选择 2. 实验答辩 3. 实验操作 4. 期末现场考核 5. 实验报告 |
| 课程目标2 | 2.1实验现象、实验数据的记录  2.2实验室基本操作技能和表现  2.3扑热息痛的制备过程和结果  2.4 手性苯甘氨酸乙酯的制备过程和结果  2.5实验操作的规范化程度 | 1. 实验答辩 2. 实验操作 3. 理论考核 4. 期末现场考核 5. 实验报告 |
| 课程目标3 | 3.1同组成员的协作表现和实验结果。  3.2实验报告的规范化程度 | 1.实验操作  2.实验报告 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

《药物合成反应实验》课程考核方式及成绩比例为：出勤率10%+实验答辩10%+实验操作30%+实习报告50%；本课程共有4个课程目标，考核方式及成绩比例分别为：

课程目标1：出勤率4%+实验答辩4%+实验操作10%+实习报告20%

课程目标2：出勤率3%+实验答辩3%+实验操作10%+实习报告15%

课程目标3：出勤率3%+实验答辩3%+实验操作10%+实习报告15%

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | | | **合计** |
| **出勤率** | **实验答辩** | **实验操作** | **实习报告** |
| 课程目标1 | 4 | 4 | 10 | 20 | 38 |
| 课程目标2 | 3 | 3 | 10 | 15 | 31 |
| 课程目标3 | 3 | 3 | 10 | 15 | 31 |
| 合计 | 10 | 10 | 30 | 50 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

1.课程总成绩包括平时成绩和期末成绩；

2.总成绩=平时成绩×50%+期末成绩×50%

3.总成绩按优秀、良好、中等、及格和不及格五级记分制评定。

（二）平时成绩评定

1.平时成绩考核方式包括出勤率、实验答辩、实验操作；

2.平时成绩（100%）=出勤率（20%）+实验答辩（20%）+实验操作（60%）

考核方式: 出勤率、实验答辩、实验操作等。

出勤率：通过学生出勤次数，来评价学生的学习态度与积极性。

实验答辩：要求每位学生实验前，需查阅文献，路线的选择和设计，熟悉实验原理、查找有关试剂的物理常数，设计实验步骤和投料量，做成PPT，进行实验前的答辩，答辩通过，再进行实验。

实验操作：要求每位学生实验过程中操作规范，其中包括仪器的选择，药品、试剂的称量与量取，操作的熟练程度，实验记录情况等方面；安装实验装置，其中包括实验装置安装的正确与否；仪器的清洗和整理。

（三）期末成绩评定

1.期末成绩由指导老师根据实验报告的整洁程度及规范性；完成实习项目知识点；实验过程的记录、分析与总结等情况按百分制给予评定。

2.期末成绩（100%）=实习报告（75%）+非纸质试卷现场考核记录表（25%）。

实验报告：包括实验目的、实验原理、实验步骤、实验现象、实验数据处理、分析、讨论和回答问题等。

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）使用教材（或实验指导书）

刘玮炜主编：《药物合成反应实验》（第一版），化学工业出版社，2020。

（二）相关推荐书目

1.金英学主编，《药物合成反应实验》（第一版），化学工业出版社，2014；

2.翟鑫主编：《药物合成反应实验》（第三版），中国医药科技出版社，2019；

3.郭春主编：《药物合成反应实验》（第二版），中国医药科技出版社，2014。（三）课程资源

学习通《药物合成反应实验》教学平台。

通过该学习平台，授课教师向学生发布预习实验的任务点，学生在规定的时间内，完成指定任务。为方便学生更好的预习实验。为进一步强化学生的预习环节，每一实验后面还设置了章节测试题。该测试题可用于学生对药物合成反应实验基础知识、基本理论掌握程度的一种自我检验。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023年制药工程专业人才培养方案制定。

**《药物化学实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 药物化学实验 | 课程代码 | 0715C02 |
| 课程类别 | 制药工程方向课程 | 学时  /学分 | 48学时/1.5学分 |
| 开课单位 | 化工学院 | 适用专业 | 制药工程 |
| 课程负责人 | 史兰香、刘斯婕 | | |
| 大纲撰写人 | 刘斯婕 | 大纲审核人 | 何敬宇 |
| 先修课程 | 《有机化学》、《药物合成反应》、《药厂设备及车间工艺设计》 | | |
| 课程网址 |  | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1.掌握药物合成的基本仪器及独立安装全套仪器的技能，掌握药物制备中的单元反应原理、操作步骤和工艺流程，掌握独立开展药物合成的程序，树立良好的科研作风，熟悉药物合成投料比的基本知识和计算，熟悉药物杂质的来源及除去杂质的手段方法，巩固有机合成单元操作技能训练，了解三废的产生和处理知识，掌握仿真实验自动化控制操作步骤。【毕业要求4：研究】

2.增强运用理论知识解决实际问题的能力，加强学生实验现象观察、实验过程记录、实验数据处理的能力，能对实验结果进行统计、分析和解决问题，获取合理有效的结论，培养学生的创新思维和创新能力。【毕业要求4：研究】

3.培养学生实事求是、严谨务实的科学态度和良好的实验室工作习惯，培养学生的团队协作能力，使学生能够与其他成员共同完成实验任务，提高团队协作能力，强化安全与环保意识。【毕业要求9：个人和团队】

1. 课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 4.研究 | 4.2能够根据实验方案选用或搭建实验装置，采用科学合理的实验方法，安全地开展实验。(H) | 课程目标1 |
| 4.研究 | 4.3能正确采集、整理实验数据，对实验结果进行关联，统计、分析和解释，获取合理有效的结论。(M) | 课程目标2 |
| 9.个人和团队 | 9.1具备良好的交流和表达技巧，能够主动与团队其他成员进行有效沟通、合作共事，具有团队合作精神。(M) | 课程目标3 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

**实验项目一 对-硝基苯甲酸-β-二乙胺基乙醇的制备**

**【学习目标】**培养查阅文献、拟定实验方案的能力；培养独立进行有机药物合成实验的能力；学习工艺条件选择的方法，培养分析问题、解决问题的能力。掌握酯化反应的原理；学会分水器的安装及操作方法；掌握独立开展药物合成的程序，树立良好的科研作风；培养学生实事求是的科学态度及良好的实验习惯；熟悉药物杂质的来源及除去杂质的手段方法。

**【学习内容】**

1. 查阅文献

2. 酯化反应的原理。

3. 利用水和二甲苯共沸脱水的原理进行羧酸的酯化操作。

4. 利用理化性质分离纯化产品的原理和方法

**【重点】**

1. 水和二甲苯共沸脱水的原理和方法。

**【难点】**

1. 分水装置的组装和回流速度的控制。

**【实施方式】**

1. 理论+实验。

**【学习要求】**

1. 掌握酯化反应的原理。

2. 掌握利用水和二甲苯共沸脱水的原理进行羧酸的酯化操作。

3. 掌握分水器装配、拆卸和正确进行分水的操作方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：综合操作实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：2人1组。
4. 实验准备：（1）仪器设备：分水实验装置、电热套、升降台、铁架台等，药品试剂：对硝基苯甲酸、β-二乙胺基乙醇和二甲苯等；（2）要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）在盐酸普鲁卡因的制备中， 为何用对-硝基苯甲酸为原料先酯化，然后再进行还原，能否反之，先还原后酯化，即用对-硝基苯甲酸为原料进行酯化？为什么？

（2）酯化反应中，为何加入二甲苯做溶剂？

（3）酯化反应结束后，放冷除去的固体是什么？为什么要除去？

**实验项目二 对-氨基苯甲酸-β-二乙胺基乙醇酯的制备**

**【学习目标】**学习还原反应的原理及应用；培养学生实事求是的科学态度及良好的实验习惯。

**【学习内容】**

1. 铁粉还原反应。

2. 反应完毕后处理。

**【重点】**

1. 还原反应的原理。

**【难点】**

1. 反应完毕后处理。

**【实施方式】**

1. 理论+实验。

**【学习要求】**

1. 掌握还原反应的基本原理。

2. 掌握铁粉活化的方法。

3. 掌握后处理的操作方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：综合实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：2人1组。
4. 实验准备：（1）仪器设备：机型搅拌、冷凝管、三口瓶、锥形瓶等，药品试剂：铁粉、饱和硫化钠、20%氢氧化钠、5%稀盐酸酸等；（2）要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）铁粉活化的目的是？

（2）在反应过程中应经历绿色、棕色、棕黑色的颜色变化，各生成什么？

（3）除铁时，硫化钠加入的目的？

**实验项目三 盐酸普鲁卡因的制备**

**【学习目标】**学习成盐反应的原理及应用；培养学生实事求是的科学态度及良好的实验习惯。

**【学习内容】**

1. 成盐反应。

2. 重结晶精制。

**【重点】**

1.成盐反应的原理。

1. 重结晶精制的方法。

**【难点】**

1. 重结晶精制的方法。

**【实施方式】**

1. 理论+实验。

**【学习要求】**

1. 掌握成盐反应的原理

2.掌握水溶性大的盐类用重结晶法进行分离及精制的方法

**【实验要求】**

1.实验属性：综合实验。

2.开出要求：必做。

3.分组要求：2人1组。

3.实验准备：（1）仪器设备：烧杯、冷凝管、单口烧瓶、锥形瓶等，药品试剂：异丙醇、浓盐酸、乙醇等；（2）要求学生预习。

4.课下思考题

（1）在盐酸普鲁卡因成盐和精制时，为什么要加入保险粉？解释其原理。

（2）严格掌握pH 5.5，原因是什么？

**实验项目四 盐酸普鲁卡因稳定性实验**

**【学习目标】**掌握不同结构的药物发生水解反应的原理；了解外界因素对水解及氧化反应的影响；认识防止药物发生水解及氧化反应发生所采取的措施的重要性；掌握薄层色谱法的原理、操作方法；掌握检查药物杂质的基本思路和过程，培养学生实事求是的科学态度及实验观察能力。

**【学习内容】**

1. 薄层板的制备。

2. 水解。

3. 薄层色谱法，点样，展开。

4. Rf的计算。

**【重点】**

1. 检查药物杂质的方法。

**【难点】**

1. 检查药物杂质的方法。

**【实施方式】**

1. 理论+实验。

**【学习要求】**

1. 理解薄层色谱分离的原理及应用。

2. 掌握比移值（Rf）的计算方法。

3. 熟练掌握薄层色谱的操作步骤和方法。

4. 掌握pH值对盐酸普鲁卡因溶液稳定性的影响。

5.掌握薄层层析法检查药物中杂质的方法。

**【实验要求】**

1. 实验属性：综合实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：2人1组。
4. 实验准备：（1）仪器设备：载玻片、烘箱、研钵、层析缸、镊子、圆底烧瓶等，材料试剂：硅胶G、CMC、丙酮、盐酸、对氨基苯甲酸、盐酸普鲁卡因等；（2）要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）怎样选择合适的展开剂?展开剂极性太大或太小会有什么影响？

（2）为什么样品斑点直径约为1～2mm？

（3）薄层板涂层不均匀会对分离有什么影响？

（4）为什么展开时，层析缸内蒸气要达到饱和？蒸气不饱和对薄层色谱有什么影响？

（5）为什么点样完毕后先令溶剂挥发后再进行展开？

**实验项目五 乙酰苯胺的制备**

**【学习目标】**学习氨基酰化原理和方法；学习乙酰苯胺的制备方法；强化学生安全意识，培养学生实验观察能力和良好的实验习惯。

**【学习内容】**

1. 氨基酰化。

2. 重结晶。

**【重点】**

1. 酰化试剂的选择及应用。

**【难点】**

1. 重结晶操作。

**【实施方式】**

1. 理论+实验。

**【学习要求】**

1. 熟悉氨基酰化反应的原理及意义。

2. 掌握乙酰苯胺的制备方法。

3. 熟练掌握重结晶、趁热过滤和减压过滤等操作技术。

**【实验要求】**

1. 实验属性：验证实验。
2. 开出要求：必做。
3. 分组要求：2人1组。
4. 实验准备：（1）仪器设备：索氏提取器、烧瓶、冷凝管、电热套、升降台、铁架台、漏斗等，材料试剂：苯胺、乙酸酐、乙醇；（2）要求学生预习。
5. 课下思考题

（1）酰化试剂的种类及反应速度?

1. 实验前为何苯胺要重新蒸馏?

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 实验一对-硝基苯甲酸-β-二乙胺基乙醇的制备 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 14 |
| 实验二对-氨基苯甲酸-β-二乙胺基乙醇酯的制备 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 12 |
| 实验三盐酸普鲁卡因的制备 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 8 |
| 实验四盐酸普鲁卡因稳定性实验 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 7 |
| 实验五乙酰苯胺的制备 | 理论+实验 | 课程目标1、2、3 | 7 |
| **合计** | | | 48 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 1.1实验现象、实验数据的记录  1.2实验室基本操作技能和表现  1.3 普鲁卡因制备过程和结果  1.4 乙酰苯胺制备过程和结果  1.5实验操作的规范化程度 | 1.实验操作  2.期末考核  3.实验报告 |
| 课程目标2 | 2.1实验现象、实验数据的记录  2.2实验室基本操作技能和表现  2.2实验操作的规范化程度 | 1.实验操作  2.期末考核  3.实验报告 |
| 课程目标3 | 3.1同组成员的协作表现和实验结果 | 1.实验操作  2.实验报告 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | | **合计** |
| **平时操作（包括实验预习）** | **实验报告** | **期末考核** |
| 课程目标1 | 12 | 8 | 20 | 40 |
| 课程目标2 | 5 | 15 | 10 | 30 |
| 课程目标3 | 25 | 5 | 0 | 30 |
| 合计 | 42 | 28 | 30 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×70%+期末成绩×30%

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）=平时操作（包括实验预习）（60%）+实验报告（40%）

考核方式: 考勤、课前预习、实验操作、实验报告等。

课前预习：要求每位学生熟悉实验原理、实验步骤，查找有关试剂的物理常数。

考勤：通过学生出勤次数，来评价学生的学习态度与积极性。

实验操作：要求每位学生实验过程中操作规范，其中包括仪器的选择，药品、试剂的称量与量取，操作的熟练程度，实验记录情况等方面；安装实验装置，其中包括实验装置安装的正确与否；仪器的清洗和整理。

实验报告：包括实验目的、实验原理、实验步骤、实验现象、实验数据处理、分析和讨论等。

（三）期末成绩评定

考核内容：主要考核对实验理论、基本知识、基本原理的掌握程度，对实验操作的规范程度以及对实验现象的分析和解释，具体包括以下内容：

1. 药物化学专业实验的一般知识。
2. 普鲁卡因实验操作。
3. 乙酰苯胺实验操作

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）使用教材（或实验指导书）

自编的《药物化学实验讲义》

（二）相关推荐书目

1. 尤启东主编：《药物化学》，化学工业出版社，2013

2. 王洋主编：《药物化学实验与指导》，复旦大学出版社，2012

3．马玉卓主编《药物化学实验》，科学出版社，2017

（三）课程资源

学习通《药物化学实验（制药工程专业）》教学平台。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023年制药工程专业人才培养方案制定。

**《药物分析实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 药物分析实验 | 课程代码 | 0714A04 |
| 课程类别 | 专业教育核心课程 | 学时  /学分 | 48/1.5 |
| 开课单位 | 化工学院 | 适用专业 | 制药工程 |
| 课程负责人 | 周冉、朱慧明 | | |
| 大纲撰写人 | 周冉、朱慧明 | 大纲审核人 | 何敬宇 |
| 先修课程 | 《药物分析》、《药物化学》 | | |
| 课程网址 |  | | |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程学习目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

能够基于化学、药学和制药工程学原理和方法，针对药品制备过程中的复杂工程问题进行研究，包括实验设计、数据分析和信息综合，以获得合理有效的结论。

1. 能够根据实验方案选用或搭建实验装置，采用科学合理的实验方法，安全地开展实验。【毕业要求4：研究】
2. 能正确采集、整理实验数据，对实验结果进行关联，统计、分析和解释，获取合理有效的结论。【毕业要求4：研究】
3. 能够在实践活动中有意识地将知识学习、能力发展、品德养成、环境保护和安全常识相结合，充分表达自己的意见、建议，能够在团队中独立或合作开展工作。【毕业要求9：个人和团队】

（二）课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 4 研究 | 4.2能够根据实验方案选用或搭建实验装置，采用科学合理的实验方法，安全地开展实验。（M） | 课程目标1 |
| 4.3能正确采集、整理实验数据，对实验结果进行关联，统计、分析和解释，获取合理有效的结论。（H） | 课程目标2 |
| 9 个人和团队 | 9.2能够在实践活动中有意识地将知识学习、能力发展、品德养成、环境保护和安全常识相结合，充分表达自己的意见、建议，能够在团队中独立或合作开展工作。（M） | 课程目标3 |

三、课程学习内容及与课程学习目标的对应关系

**（一）课程学习内容**

第一章 山梨醇及其注射液的质量检查

**【学习目标】**

1.熟悉常用滴定仪器的正确使用方法，并掌握其操作技术。

2.学习基本的误差理论及实验数据处理方法；

3.培养学生实验报告的写作能力和严谨的科学精神。为后继课程的学习打下坚实的基础。

**【学习内容】**

1.甘露醇原料药的鉴别、检查及含量测定

2.甘露醇注射液的质量分析

**【重点】**

1.容量滴定法测定甘露醇原料药及注射液的操作方法

2.容量滴定法测定甘露醇原料药及注射液含量计算方法

**【难点】**

容量滴定法测定甘露醇原料药及注射液含量测定步骤及其计算方法

**【实施方式】**

采用课前预习、线下讲解和学生自学、动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1.掌握容量滴定法测定甘露醇原料药及注射液含量的操作方法。

2.掌握两种方法的计算公式。

**【实验要求】**

1.实验属性：综合性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求：2-3人1组

4.实验准备：

预习要求：实验前写出预习实验报告。

实验报告要求：学生以原始记录为基础，书面形式详实叙述每次实验的目的、原理、操作过程、现象和结果等，并以讨论的形式如实叙述实验过程中发现的问题、个人的体会、以及实验应注意的问题等。每次实验报告应包含以下内容：实验题目、实验目的、实验原理、实验内容、实验结果、 以及讨论。

第二章 对乙酰氨基酚原料药及片剂的质量检验

**【学习目标】**

1.熟悉常用分析仪器的正确使用方法，并掌握各种分析方法的操作技术。

2.通过基本实验的训练使学生养成良好的实验习惯；

3.掌握基本的实验方法和基本实验技能；

4.学习基本的误差理论及实验数据处理方法；

5.培养学生实验报告的写作能力和严谨的科学精神。为后继课程的学习打下坚实的基础。

**【学习内容】**

1.鉴别试验

2.酸度检查

3.原料药的含量测定

4.对乙酰氨基酚片剂的含量测定

5.对乙酰氨基酚片剂的溶出度测定

**【重点】**

紫外-可见分光光度仪的工作原理、仪器构造及操作方法

**【难点】**

紫外-可见分光光度仪的工作原理、仪器构造及操作方法

**【实施方式】**

采用课前预习、线下讲解和学生自学、动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1.复习并掌握紫外分光光度法的实验原理。

2.熟悉紫外-可见分光光度仪的工作原理、仪器构造及操作方法。

3.掌握紫外分光光度法测定对乙酰氨基酚及其片剂的含量及计算方法。

4.掌握片剂溶出度的测定方法。

**【实验要求】**

1.实验属性：综合性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求：2-3人1组

4.实验准备：

预习要求：实验前写出预习实验报告。

实验报告要求：学生以原始记录为基础，书面形式详实叙述每次实验的目的、原理、操作过程、现象和结果等，并以讨论的形式如实叙述实验过程中发现的问题、个人的体会、以及实验应注意的 问题等。每次实验报告应包含以下内容：实验题目、实验目的、实验原理、实验内容、实验结果、 以及讨论。

第三章 阿斯匹林原料及肠溶片的鉴别、检查与含量测定

**【学习目标】**

1.熟悉常用分析仪器的正确使用方法，并掌握各种分析方法的操作技术。

2.通过基本实验的训练使学生养成良好的实验习惯；

3.掌握基本的实验方法和基本实验技能；

4.了解阿司匹林解热镇痛的机理及其风险，将科学知识传递给家人和社会，提升社会责任感。

**【学习内容】**

1.鉴别（三氯化铁反应）

2.检查———游离水杨酸

3.含量测定——两步测定法

**【重点】**

两步滴定法、比色法

**【难点】**

1.两步滴定法测定阿司匹林含量的实验原理。

2.片剂的含量测定步骤及其计算方法。

**【实施方式】**

采用课前预习、线下讲解和学生自学、动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1.复习并掌握水杨酸类药物鉴别反应的实验原理。

2.复习并掌握比色法检查阿司匹林片剂中游离水杨酸的实验原理。

3.复习并掌握两步滴定法测定阿司匹林含量的实验原理。

4.掌握片剂的含量测定步骤及其计算方法。

**【实验要求】**（涉及实验部分填写）

1.实验属性：综合性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求：2-3人1组

4.实验准备：

预习要求：实验前写出预习实验报告。

实验报告要求：学生以原始记录为基础，书面形式详实叙述每次实验的目的、原理、操作过程、现象和结果等，并以讨论的形式如实叙述实验过程中发现的问题、个人的体会、以及实验应注意的 问题等。每次实验报告应包含以下内容：实验题目、实验目的、实验原理、实验内容、实验结果、 以及讨论。

第四章 烟酰胺原料药及片剂的质量分析

**【学习目标】**

1.熟悉常用分析仪器的正确使用方法，并掌握各种分析方法的操作技术。

2.掌握基本的实验方法和基本实验技能；

3.学习基本的误差理论及实验数据处理方法；

4.培养实事求是的科学态度和严谨认真的工作作风。

**【学习内容】**

1.鉴别试验

2.有关物质检查

3.含量测定

**【重点】**

TLC法、紫外分光光度法

**【难点】**

TLC法、紫外分光光度法

**【实施方式】**

采用课前预习、线下讲解和学生自学、动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1.掌握烟酰胺鉴别的实验原理和方法。

2.掌握薄层色谱法检查烟酰胺原料及片剂中有关物质的操作方法。

3.掌握烟酰胺原料及片剂含量测定的实验原理和操作方法。

4.掌握烟酰胺原料及片剂的含量测定步骤及其计算方法。

**【实验要求】**

1.实验属性：综合性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求：2-3人1组

4.实验准备：

预习要求：实验前写出预习实验报告。

实验报告要求：学生以原始记录为基础，书面形式详实叙述每次实验的目的、原理、操作过程、现象和结果等，并以讨论的形式如实叙述实验过程中发现的问题、个人的体会、以及实验应注意的 问题等。每次实验报告应包含以下内容：实验题目、实验目的、实验原理、实验内容、实验结果、以及讨论。

第五章 布洛芬胶囊及缓释胶囊的质量分析

**【学习目标】**

1.掌握基本的实验方法和基本实验技能；

2.能运用药物分析基本理论及有关专业知识分析和解决实验中的问题。

3.学习基本的误差理论及实验数据处理方法；

4.培养实事求是的科学态度和严谨认真的工作作风。

**【学习内容】**

1.鉴别试验

2.检查

3.含量测定——紫外分光光度法

**【重点】**

紫外分光光度法

**【难点】**

紫外分光光度法

**【实施方式】**

采用课前预习、线下讲解和学生自学、动手实验操作相结合的方式进行。

**【学习要求】**

1.掌握布洛芬制剂鉴别的实验原理和方法。

2.掌握紫外分光光度法检查布洛芬胶囊及缓释胶囊含量的操作方法。

3.掌握制剂的含量测定步骤及其计算方法。

**【实验要求】**（涉及实验部分填写）

1.实验属性：综合性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求：2-3人1组

4.实验准备：

预习要求：实验前写出预习实验报告。

实验报告要求：学生以原始记录为基础，书面形式详实叙述每次实验的目的、原理、操作过程、现象和结果等，并以讨论的形式如实叙述实验过程中发现的问题、个人的体会、以及实验应注意的 问题等。每次实验报告应包含以下内容：实验题目、实验目的、实验原理、实验内容、实验结果、 以及讨论。

（二）课程学习内容与课程学习目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 第一章 山梨醇及其注射液的质量检查 | 自学、小组实验及讨论 | 课程目标1-3 | 6学时 |
| 第二章 对乙酰氨基酚原料药及片剂的质量检验 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1-3 | 10学时 |
| 第三章 阿斯匹林原料及肠溶片的鉴别、检查与含量测定 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1-3 | 10学时 |
| 第四章 烟酰胺原料药及片剂的质量分析 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1-3 | 10学时 |
| 第五章 布洛芬胶囊及缓释胶囊的质量分析 | 自学、小组实验及讨论、现场指导 | 课程目标1-3 | 12学时 |
| **合计** | | | 48学时 |

四、课程考核及与课程学习目标的对应关系

（一）课程考核内容、考核方式与课程学习目标的对应关系

课程考核的方式有实验操作、实验报告、实验现场考核。实验现场考核方式是考生在所设定的实验考核内容中随机抽取一个实验进行现场操作考核。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 1.初步的实验设计能力。 | 实验预习 |
| 课程目标2 | 1. 正确调整和使用基本实验仪器的能力； 2. 科学地处理实验数据，分析误差，撰写完备的、规范的实验报告的能力。 | 实验报告 |
| 课程目标3 | 1.正确观察实验现象和记录实验数据的能力；  2.培养学生严肃认真和一丝不苟的科学实验方法和态度。 | 实验现场考核 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核方式及成绩比例（%）** | | | **合计** |
| **实验预习** | **实验报告** | **实验现场考核** |
| 课程目标1 | 10 | -- | -- | 10 |
| 课程目标2 | -- | 50 | -- | 50 |
| 课程目标3 | -- | -- | 40 | 40 |
| 合计 | 10 | 50 | 40 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

平时成绩及实验现场考核成绩均以百分制记。平时成绩占60%，期末实验现场考核成绩占40%。

总成绩=平时成绩×60%+期末实验现场考核成绩×40%

（二）平时成绩评定

平时成绩（60%）=实验预习（10%）+实验报告（50%）

（三）期末成绩评定

期末成绩采用实验现场考核成绩来体现。

六、使用教材、相关推荐书目及课程资源

（一）使用教材（或实验指导书）

1.药物制剂教研室自编：药物分析实验讲义，2020年版。

2.中国药典委员会主编：中华人民共和国药典，化学工业出版社，2020年版；

（二）相关推荐书目

1.中国药典委员会主编：中华人民共和国药典，化学工业出版社，2015年版；

2.慈薇主编：药物分析实验，军事医学科学出版社，2006年版；

3.王少云主编：分析化学与药物分析实验，山东大学出版社，2004年版；

4.杭太俊主编：《药物分析实验与指导》，中国医药科技出版社，2003年版。

5.李好枝主编：体内药物分析，中国医药科技出版社，2003年版。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2023年制药工程专业人才培养方案制定。