

**生物工程专业**

**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](#_Toc149555694)

[《有机化学实验》课程大纲 5](#_Toc149555695)

[《无机化学实验》课程大纲 19](#_Toc149555696)

[《分析化学实验》课程大纲 30](#_Toc149555697)

[《物理化学实验》课程大纲 40](#_Toc149555698)

[《化工原理实验》课程大纲 53](#_Toc149555699)

[《微生物实验》课程大纲 68](#_Toc149555700)

[《生物化学实验》课程大纲 77](#_Toc149555701)

[《分子生物学实验》课程大纲 92](#_Toc149555702)

[《基因工程实验》课程大纲 105](#_Toc149555703)

[《生物分离工程实验》课程大纲 115](#_Toc149555704)

[《发酵工艺学实验》课程大纲 124](#_Toc149555705)

**《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/%E6%88%90%E5%85%83%E5%8F%91_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。

**《微生物实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 微生物实验 | 课程代码 | 0706705 |
| 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 | 韩广欣、翟红梅 |
| 大纲撰写人 | 韩广欣、翟红梅 | 大纲审核人 | 姚清国 |
| 先修课程 | 《微生物学》 |
| 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

本课程与微生物学理论课紧密结合，是生物工程专业的基础实验课程。通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1. 通过实验教学严格的系统训练，使学生熟练掌握微生物学基本的操作技能，规范操作微生物发酵的无菌操作和接种等环节，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。【毕业要求4.3 问题研究】

2. 训练学生掌握微生物实验中基本的操作技能，理解微生物实验对公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任，能够在实验中自觉履行责任，避免微生物污染环境。【毕业要求8.3 职业规范】

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.问题研究（H） | 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。 | 课程目标1 |
| 8.职业规范（M） | 8.3 理解工程师对公众的安全、健康和福祉，以及环境保护的社会责任，能够在生物工程领域的工程实践中自觉履行责任。 | 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**

第一章 实验器皿的包扎、灭菌

**【课程内容】**

1. 玻璃器皿等器材的清洗、烘干、包扎技术；

2. 实验器皿的湿热灭菌的方法。

**【重点】**

1. 实验器皿的包扎；

2. 实验器皿的灭菌。

**【难点】**

1. 实验器皿的灭菌。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握玻璃器皿等器材的清洗、烘干、包扎技术；

2. 学习湿热灭菌的方法；

3. 为以后课程做好实验准备工作。

**【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：3人1组

4.实验准备：①仪器、试剂：试管、三角瓶、烧杯、脱脂棉、牛皮纸或报纸、记号笔、线绳、封口膜、恒温干燥箱、高压灭菌锅、培养皿、刻度吸管；

②预习要求：提前了解湿热灭菌的具体操作。

第二章 多种培养基的制备及高压灭菌

**【课程内容】**

1. 培养基的配制原理；

2. 配制培养基的一般步骤和方法；

3. 高压蒸汽灭菌的基本原理与应用范围。

**【重点】**

1. 掌握配制培养基的一般步骤和方法；

2. 学习高压蒸汽灭菌的操作方法。

**【难点】**

1. 配制培养基的一般步骤和方法。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 明确培养基的配制原理；

2. 掌握配制培养基的一般步骤和方法；

3. 了解高压蒸汽灭菌的基本原理与应用范围；

4.学习高压蒸汽灭菌的操作方法。

**【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：3人1组

4.实验准备：①仪器设备、试剂：试管、三角瓶、烧杯、量筒、玻璃棒、天平、电炉、牛角匙、牛皮纸、称量纸、记号笔、线绳、纱布、葡萄糖、蛋白胨、琼脂粉、蒸馏水、高压灭菌锅、酒精灯、漏斗及漏斗架；②预习要求：培养基的配制原理。

第三章 各种微生物的接种技术

**【课程内容】**

1. 无菌操作在微生物接种过程中的重要性；

2. 无菌操作的基本环节；

3. 微生物在不同培养基中的接种方法。

**【重点】**

1. 无菌操作的基本环节；

2. 微生物在不同培养基中的接种方法。

**【难点】**

1. 微生物在不同培养基中的接种方法。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 了解无菌操作在微生物接种过程中的重要性；

2. 掌握无菌操作的基本环节；

3. 掌握几种微生物的接种方法，为微生物形态观察做准备；

4. 掌握同种微生物在不同培养基中的接种方法。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂：各种培养基（液体、半固体、固体）、接种针、酒精灯、酒精、试管、记号笔、线绳、生化培养箱、超净工作台、冰箱；

②预习要求：无菌操作技术和接种方法。

第四章 微生物形态观察及大小测定

**【课程内容】**

1. 观察不同微生物单体的基本方法；

2. 了解几类常见微生物的菌落及单体形态；

3. 用测微尺测定微生物大小的方法。

**【重点】**

1. 显微镜观察微生物。

2. 用测微尺测定微生物大小的方法。

**【难点】**

1. 用测微尺测定微生物大小的方法；

2. 微生物细胞大小的感性认识。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 学习并掌握观察不同微生物单体的基本方法；
2. 了解几类常见微生物的菌落及单体形态；

3. 学习并掌握用测微尺测定微生物大小的方法；

4. 增强微生物细胞大小的感性认识。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂：培养物、显微镜、载玻片、盖玻片、目镜测微尺、镜台测微尺、显微镜、酵母菌悬液、刻度吸管。

②预习要求：课前预习，撰写预习报告。

第五章 酵母显微镜直接计数法

**【课程内容】**

1. 血球计数板计数的原理；

2. 使用血细胞计数板进行生物计数。

**【重点】**

使用血细胞计数板进行生物计数。

**【难点】**

使用血细胞计数板进行生物计数。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 增强微生物细胞大小的感性认识；

2. 明确血球计数板计数的原理；

3. 掌握使用血细胞计数板进行生物计数的方法。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂：酵母培养物、血细胞计数板、显微镜、刻度吸管。

②预习要求：课前预习，撰写预习报告。

第六章 微生物平板菌落计数法

**【课程内容】**

1. 学会平皿计数；

2. 掌握十倍稀释计数法。

**【重点】**

掌握十倍稀释计数法。

**【难点】**

掌握十倍稀释计数法。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 学会平皿计数；

2. 熟练掌握十倍稀释计数法。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂：酵母菌悬液、显微镜、刻度吸管、试管、三角瓶、烧杯、培养皿。

②预习要求：课前预习，撰写预习报告。

第七章 微生物的革兰氏染色

**【课程内容】**

1. 革兰氏染色的机理；

2. 革兰氏染色的方法和步骤；

3. 显微镜的原理和使用方法。

**【重点】**

革兰氏染色的方法和步骤。

**【难点】**

革兰氏染色的方法和步骤。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 了解革兰氏染色的机理；

2. 学习和掌握革兰氏染色的方法和步骤；

3. 了解不同的微生物在斜面上、半固体培养基和液体培养基中的生长特征；

4. 学习和掌握显微镜的原理和使用方法。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂：大肠杆菌菌液、枯草芽孢杆菌菌液、显微镜、擦镜纸、接种环、酒精灯、载玻片、刻度吸管、吸水纸、洗瓶、污物缸、革兰氏染色液（结晶紫染色液、卢戈氏碘液、95%乙醇、石碳酸番红液）、香柏油、生化培养箱、超净工作台、冰箱。

②预习要求：课前预习，撰写预习报告。

第八章 大肠菌群的测定

**【课程内容】**

1. 大肠菌群的检测方法；

2. 利用MPN表来估计样品中大肠菌群的数量。

**【重点】**

利用MPN表来估计样品中大肠菌群的数量。

**【难点】**

利用MPN表来估计样品中大肠菌群的数量。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 了解大肠菌群产气的特点；

2. 掌握大肠菌群的检测方法；

3. 会利用MPN表来估计样品中大肠菌群的数量。

**【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、试剂：培养箱、试管、吸管、三角烧瓶、酒精灯、杜氏小管、试管架、乳糖蛋白胨培养基。

②预习要求：课前预习，撰写预习报告。

（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 实验器皿的包扎、灭菌 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 第二章 多种培养基的制备及高压灭菌 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 第三章 各种微生物的接种技术 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1课程目标2 | 4 |
| 第四章 微生物形态观察及大小测定 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 第五章 酵母显微镜直接计数法 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 第六章 微生物平板菌落计数法 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 第七章 微生物的革兰氏染色 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 4 |
| 第八章 大肠菌群的测定 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1课程目标2 | 4 |
| **合计** | 16 |

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在实验中理解微生物实验对公众的安全、健康的影响，避免微生物污染环境。 | 课堂表现 |
| 课程目标2 | 2.1了解微生物相关实验操作；使学生们能够分析复杂工程问题，找到合适的方法设计合理实验获得可靠数据。2.2能够熟练进行微生物实验操作，通过实验训练，使学生能够选用合适的工具、仪器设备，安全地开展实验，正确地采集实验数据。2.3通过实验报告撰写，让学生们能够按照需求选取最佳实验工具，充分分析问题后，合理设计采集数据。 | 实验操作实验报告 |

1. 课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程目标 | 课程目标1 | 课程目标2 | 考核环节成绩比例合计（%） |
| 毕业要求指标点 | 毕业要求4.3 | 毕业要求8.3 |
| 考核环节及成绩比例（%） | 平时成绩(60%) | 课堂表现 |  | 20% | 60% |
| 实验操作 | 40% |  |
| 期末成绩（40%） | 实验报告 | 40% |  | 40% |
| 毕业要求指标点所占比例合计（%） | 80% | 20% | 100% |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×40%+期末成绩×60%

（二）平时成绩评定

平时成绩（60%）=课堂表现（20%）+实验操作式B（40%）

（三）期末成绩评定

期末成绩（40%）=实验报告（40%）

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. 周德庆主编：《微生物学实验教程》（第3版），高等教育出版社，2013年。

（二）相关推荐书目

1. 沈萍、陈向东编：《微生物学实验》（第4版），高等教育出版社，2007年；

2. 张兰河主编：《微生物学实验》，化学工业出版社，2013年；

3. 黄亚东主编：《微生物学实验技术》，中国轻工业出版社，2013年；

4. 陈敏主编：《微生物学实验》，浙江大学出版社，2011年。

（三）课程资源

本课程在网络上有丰富的教学资源：在线开放课程，图书资源，试题资料等，学生可通过网络自主学习，如：

微生物学实验：https://www.icourse163.org/course/BNU-1206506805。

七、课程教学大纲制定依据

本课程教学大纲依据2023年生物工程专业人才培养方案制定。

**《生物化学实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 生物化学实验 | 课程代码 | 0701213 |
| 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 | 顾丹丹 李晶 |
| 大纲撰写人 | 顾丹丹 李晶 | 大纲审核人 | 姚清国 |
| 先修课程 | 《生物化学》 |
| 课程网址 |  |

二、课程学习目标及与毕业要求的对应关系

（一）课程目标

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1. 熟悉生物化学实验的一般知识，掌握生物化学的基本操作技能，培养独立的实验能力。通过性质试验，验证各类常见的生物大分子物质的主要性质和鉴定方法，丰富学生的感性知识，巩固和加深生物化学的基本知识。使学生基本掌握分光光度计、离心机、电泳仪、pH计等仪器的使用，并掌握层析、电泳、离心、光谱光度等生物化学基本技术，能够对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论。

2.在实验中要有严紧的科学态度，尊重事实与实验结果，要善于发现新现象，培养学生的分析、数据处理、创新能力。树立密切合作的风气，在实验中进一步提高学生的科学素质修养；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。

（二）课程学习目标与毕业要求指标点的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **支撑的毕业要求** | **支撑的毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 4.问题研究 (H) | 4.4 能够对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论。 | 课程目标1 |
| 9.个人与团队 (M) | 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。 | 课程目标2 |

三、**课程教学内容**

第一章 实验的基本操作及要求

**【学习目标】**

熟悉生物化学实验室的规则，掌握常见生物化学仪器的基本操作技能，培养独立的实验能力。让学生树立科学正确的实验意识，培养基本的科研素养。

**【学习内容】**

1. 生化实验室规则

2. 生化实验基本操作，常规仪器的使用

**【重点】**

1. 实验室安全急救知识

2. 微量可调式移液器的使用

3. 离心机的使用 BS原则

**【难点】**

1. 微量可调式移液器的使用

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握生物化学实验的基本操作和注意事项

2. 了解生物生物化学实验室的基本规则

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：试管（10支）、烧杯、吸量管（0.5ml、1ml、2ml、5ml各一支）、滴定管、100ml容量瓶、温度计、移液器、离心机

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第二章 糖的颜色反应

**【学习目标】**

了解糖类某些颜色反应的原理，掌握糖的颜色反应鉴别糖类的方法。

**【学习内容】**

1. 莫氏实验

2. 塞氏实验

**【重点】**

1. 莫氏实验

2. 塞氏实验

**【难点】**

1. 莫氏实验

2. 塞氏实验

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握莫氏实验和塞式实验鉴别糖类的方法

2. 了解莫氏实验和塞式实验颜色反应的原理

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：滤纸、吸管（1ml、2ml）、试管、恒温水浴锅

药品试剂：α—萘酚、酒精、1％蔗糖溶液、1％葡萄糖溶液、1％淀粉溶液、间苯二酚、盐酸、1％果糖溶液

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第三章 蛋白质及氨基酸的成色反应

**【学习目标】**

掌握几种常用的鉴定蛋白质和氨基酸的方法。了解蛋白质的基本组成成分及氨基酸间相互连接的主要方式；蛋白质和某些氨基酸的成色反应原理。

**【学习内容】**

1. 双缩脲反应

2. 茚三酮反应

3. 黄色反应

4. 醋酸铅反应

**【重点】**

1. 双缩脲反应

2. 茚三酮反应

**【难点】**

1. 双缩脲反应

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握几种常用的鉴定蛋白质和氨基酸的方法

2. 了解蛋白质的基本组成成分及氨基酸间相互连接的主要方式；蛋白质和某些氨基酸的成色反应原理

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：试管、恒温水浴锅、电炉、吸管

药品试剂：尿素、10％氢氧化钠、1％硫酸铜溶液、2％卵清蛋白溶液、蛋白质溶液、0.5％甘氨酸溶液、0.1％茚三酮溶液、0.5％苯酚溶液、浓硝酸、浓盐酸、0.5％醋酸铅溶液、醋酸铅试纸：用10％醋酸铅水溶液浸泡滤纸条后凉干。

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第四章 蛋白质的等电点测定和沉淀反应

**【学习目标】**

掌握学习测定蛋白质等电点的一种方法，沉淀蛋白质的几种方法及其实用意义；了解蛋白质的两性解离性质，蛋白质变性与沉淀的关系，加深对蛋白质胶体溶液稳定因素的认识。

**【学习内容】**

1. 蛋白质等电点的测定

2. 蛋白质的沉淀及变性

**【重点】**

1. 蛋白质等电点的测定

2. 蛋白质的沉淀及变性

**【难点】**

1. 蛋白质等电点的测定

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握学习测定蛋白质等电点的一种方法，沉淀蛋白质的几种方法及其实用意义

2. 了解蛋白质的两性解离性质，蛋白质变性与沉淀的关系，加深对蛋白质胶体溶液稳定因素的认识

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：试管、恒温水浴锅、吸管

药品试剂：0.4%酪蛋白醋酸钠溶液、1.00mol/L 醋酸溶液、0.10 mol/L醋酸溶液、0.01 mol/L醋酸溶液、蛋白质溶液5%卵清蛋白溶液或鸡蛋清的水溶液（新鲜鸡蛋清 ：水=1:9）、pH4.7醋酸—醋酸钠的缓冲溶液、3%硝酸银溶液、5%三氯乙酸溶液、饱和硫酸铵溶液、硫酸铵结晶粉末

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第五章 质粒DNA的小量制备

**【学习目标】**

学习和掌握碱裂解法提取质粒DNA的方法。

**【学习内容】**

1. 大肠杆菌的接种及培养

2. 碱裂解法提取质粒DNA

**【重点】**

1. 碱裂解法提取质粒DNA

**【难点】**

1.碱裂解法提取质粒DNA

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握碱裂解法提取质粒DNA的原理和方法

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：恒温培养箱、恒温摇床、台式离心机、高压灭菌锅、低温冰箱

药品试剂：溶液Ⅰ（葡萄糖、三羟甲基氨基甲烷（Tris）Tris－HCL、乙二胺四乙酸（EDTA） ）、溶液Ⅱ（0.4mol/L的NaOH和2％SDS，用前等体积混合）、溶液Ⅲ（5mol/L乙酸钾、冰醋酸、水）、TE缓冲液、70％乙醇、质粒、LB培养基（液体）、氨苄青霉素（Amp）

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第六章 DNA琼脂糖凝胶电泳

**【学习目标】**

学习水平式琼脂糖凝胶电泳检测DNA的方法和技术。

**【学习内容】**

1. 琼脂糖凝胶的制备

2. 上样、电泳、紫外灯下观察结果

**【重点】**

1. 琼脂糖凝胶的制备

2. 上样、电泳、紫外灯下观察结果

**【难点】**

1.梳子拔下过程

2、上样过程，移液器的使用

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握水平式琼脂糖凝胶电泳检测DNA的方法和技术

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：微波炉、紫外成像系统、电泳槽、制胶板

药品试剂：溴酚蓝－甘油溶液、TAE缓冲液、1mg/ml溴化乙锭 30ml、琼脂糖、95％乙醇、10mol/l乙酸钠、苯酚

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第七章 考马斯亮蓝法测定蛋白质的含量

**【学习目标】**

学习考马斯亮蓝(Coomassie Brilliant Blue)法测定蛋白质浓度的原理和方法。

**【学习内容】**

1.分光光度计的使用

2.标准曲线的绘制

3.样液的测定.

**【重点】**

1.分光光度计的使用

2.标准曲线的绘制

**【难点】**

1. 分光光度计的使用

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握考马斯亮蓝法测定蛋白质浓度的原理和方法

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：分光光度计

药品试剂：考马斯亮蓝试剂、标准蛋白质溶液、未知蛋白溶液

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第八章 氨基酸的分离鉴定——纸层析法

**【学习目标】**

学习氨基酸纸层析法的基本原理；掌握氨基酸纸层析的操作技术

**【学习内容】**

1. 滤纸准备

2. 点样

3. 展层和显色

**【重点】**

1. 点样

2. 展层和显色

**【难点】**

1. 点样

2. 展层和显色

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 学习氨基酸纸层析法的基本原理

2. 掌握氨基酸纸层析的操作技术

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：层析缸、点样毛细、小烧杯、培养皿、量筒、喷雾器、吹风机（或烘箱）、层析滤纸（新华一号）、直尺及铅笔

药品试剂：扩展剂(水饱和的正丁醇和乙酸混合液)、氨基酸溶液、显色剂:茚三酮溶液

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第九章 酶的活力测定

**【学习目标】**

掌握淀粉酶活性的测定方法；温度、PH、激活剂与抑制剂对唾液淀粉酶活性的影响

**【学习内容】**

1. 淀粉酶活性的检测

2. PH对酶活性的影响

3. 温度对酶活性的影响

4．激活剂与抑制剂对酶活性的影响

**【重点】**

1. 淀粉酶活性的检测

2. PH对酶活性的影响

3. 温度对酶活性的影响

4．激活剂与抑制剂对酶活性的影响

**【难点】**

1. 激活剂与抑制剂对酶活性的影响

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握淀粉酶活性的测定方法

2. 掌握温度、PH、激活剂与抑制剂对唾液淀粉酶活性的影响

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：试管、酒精灯、烧杯、恒温水浴锅、量筒、冰浴、玻璃棒、试管夹、白磁板、试管架、铁三角架

药品试剂：1%淀粉溶液、碘液、班氏试剂、0.4%的HCl溶液、0.1%的乳酸溶液、1%Na2CO3溶液、1%NaCl溶液、1%CuSO4溶液、0.1%淀粉溶液

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

**四、**课程考核及与课程目标的对应关系

（一）课程内容与课程目标的对应关系

表1 课程内容与课程目标的对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程学习内容** | **实施方式** | **支撑的课程目标** | **学时安排** |
| 第一章 实验的基本操作及要求 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 3 |
| 第二章 糖的颜色反应 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 3 |
| 第三章 蛋白质及氨基酸的呈色反应 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 3 |
| 第四章 蛋白质等电点的测定和沉淀反应 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 3 |
| 第五章 质粒DNA的小量制备 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标2 | 5 |
| 第六章 DNA的琼脂糖凝胶电泳 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标2 | 4 |
| 第七章 考马斯亮蓝法测定蛋白质的含量 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标2 | 3 |
| 第八章氨基酸的分离鉴定——纸层析法 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标2 | 3 |
| 第九章 酶的活力测定 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标2 | 5 |
| **合计** | 32 |

（二）课程目标达成评价方式及考核比例

在课程目标达成评价中采用间接评价方法和直接评价法。间接评价法采用问卷法详见表2，直接评价法详见表3。课程目标达成的最终结果是两种评价法的综合结果，间接评价法的达成结果是课程目标是否达成的前提，在间接评价达成后，课程目标达成情况计算采用直接评价法。

表2基于问卷法的课程目标达成评价表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **评价标准** | **得分范围** | **对应等级** |
| 1 | 课程有明确的经过努力才能达到的课程目标及学习成果；开课之前已经明确该课程的课程目标与所支撑的毕业要求关系。 | 5、4、3、2、1 | A非常满意B满意C一般满意D不太满意E很不满意 |
| 2 | 通过该课程学习，理解并掌握了课程重要理论知识，同时形成了较完整课程框架与知识体系，学会了如何将知识应用于实践。 | 5、4、3、2、1 | A非常满意B满意C一般满意D不太满意E很不满意 |
| 3 | 课程提供了额外的学习资源用于进一步知识拓展。 | 5、4、3、2、1 | A非常满意B满意C一般满意D不太满意E很不满意 |
| 4 | 课程的成绩评定方法中所包含的考核项目，如考试、测验、课程讨论、小组讨论、案例分析等，能激励和督促我在整个学期中努力学习，促使我达到预期学习目标。 | 5、4、3、2、1 | A非常满意B满意C一般满意D不太满意E很不满意 |
| 5 | 作业和考试后，老师或助教针对我的学习情况给予了及时且有价值的反馈，这些反馈可以很好地帮助我了解如何改进学习。 | 5、4、3、2、1 | A非常满意B满意C一般满意D不太满意E很不满意 |
| 6 | 通过课程学习，我认为我已具备了课程目标所要求的知识与能力储备。 | 5、4、3、2、1 | A非常满意B满意C一般满意D不太满意E很不满意 |

注：各考核项均按百分制评分，总平时按比例折算成相应分数

表3 课程目标达成评价方式及考核比例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **考核方式和环节** | **考核环节成绩比例** | **支撑的课程目标** | **备注** |
| 预习报告 | 10% | 课程目标1 | 熟悉生物化学实验的一般知识使学生基本掌握分光光度计、离心机、电泳仪、pH计等仪器的使用，并掌握层析、电泳、离心、光谱光度等生物化学基本技术， |
| 实验操作 | 30% | 课程目标2 | 在实验中要有严紧的科学态度，尊重事实与实验结果，要善于发现新现象，培养学生的分析、数据处理、创新能力。树立密切合作的风气，在实验中进一步提高学生的科学素质修养；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。 |
| 实验报告 | 60% | 课程目标1 | 通过性质试验，验证各类常见的生物大分子物质的主要性质和鉴定方法，丰富学生的感性知识，巩固和加深生物化学的基本知识。使学生基本掌握分光光度计、离心机、电泳仪、pH计等仪器的使用，并掌握层析、电泳、离心、光谱光度等生物化学基本技术，能够对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论。 |

2.评价标准

生物化学实验考核成绩组成包括：平时成绩（预习报告和实验操作实训操作），占比40%，期末成绩中实验报告占比60%。

表5 预习报告评价标准

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 得分内容 | 90-100分 | 80-90分 | 70-80分 | 60-70分 | 60分以下 | 得分 |
| 实践项目一-九： | 能够根据老师提供的资料进行预习，能够知晓实验的基本原理和实验操作的全部过程。 | 能够根据老师提供的资料进行预习，能够基本知晓实验的基本原理和实验操作的全部过程。 | 能够根据老师提供的资料进行预习，能够基本理解实验的基本原理和实验操作的基本过程。 | 能够根据老师提供的资料进行预习，大致了解实验的基本原理和实验操作的过程。 | 没有预习，不了解实验的基本原理和实验操作的过程。参与实践项。 |  |

表6 实验操作评价标准

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 得分内容 | 90-100分 | 80-90分 | 70-80分 | 60-70分 | 60分以下 | 得分 |
| 实践项目一-九： | 能够正确读懂实验要求，熟悉所选的仪器，并能正确使用；能够按照正确的步骤规范的进行实验操作，态度认真，分工明确，具有良好的团队合作精神。 | 基本能够正确读懂实验要求，熟悉所选的仪器，并能正确使用；基本能够按照正确的步骤规范的进行实验操作，态度认真，分工明确，具有一定的团队合作精神。 | 基本能够正确读懂实验要求，熟悉所选的仪器，并能正确使用；能够按照正确的步骤规范的进行实验操作，态度一般，分工明确，具有基本的团队合作精神。 | 基本能够正确读懂实验要求，熟悉所选的仪器，并能正确使用；基本能够按照正确的步骤规范的进行实验操作，态度一般，缺乏团队合作精神。 | 不能正确读懂实验要求，熟悉所选的仪器，不能正确使用；不能按照正确的步骤规范的进行实验操作，态度不认真，缺乏团队合作精神。 |  |

表7　实验报告评价标准

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 得分内容 | 90-100分 | 80-90分 | 70-80分 | 60-70分 | 60分以下 | 得分 |
| 实验报告一-九： | 字迹非常工整，条理清晰，报告内容清晰易懂；对劳动实践内容记录丰富明了，准确度高，总结性强；内容形式新颖，具有较高的创新性，对实践内容有自己的观点。 | 字迹工整度良好，条理较清晰，报告内容比较清晰易懂；对劳动实践内容记录丰富明了，准确度高，总结性强；内容形式较新颖，具有一定的创新性，对实践内容有自己的观点。 | 字迹工整度一般，条理一般，逻辑一般，阅读较为容易；对实践内容记录较为浅显，准确度一般，总结性一般；内容形式有所创新，但创新性一般。 | 字迹潦草，条理一般，逻辑一般，阅读较为容易；对实践内容记录较为浅显，准确度一般，总结性一般；内容形式缺乏创新。 | 字迹潦草，条理混乱，逻辑不清晰，难以阅读；对实践内容记录鱼目混杂，准确度较差，没有总结；内容形式不具有创新性，较普通。 |  |

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）

李俊，张冬梅，陈钧辉主编：《生物化学实验》（第六版），科学出版社，2020年版；

（二）相关推荐书目

1. 杨志敏主编：《生物化学实验》，高等教育出版社，2015年版；

2. 陈钧辉主编：《生物化学实验》，科学出版社，2003年版；

3. 余冰宾主编：《生物化学实验指导》（第2版），清华大学出版社，2010年版；

4. 余瑞元、袁明秀、陈丽蓉、陈雅蕙主编：生物化学实验原理和方法（第二版），北京大学出版社，2012年版；

5. 董晓燕主编：《生物化学实验》（第2版），化学工业出版社，2008年版；

（三）课程资源

本课程在网络上有丰富的教学资源如在线开放课程，图书资源，试题资料等，学生可以通过网络进行自主学习，推荐的优秀资源如下：

在线开放课程学习资源：

1.生物化学实验精品课程，课程负责人：张冬梅；课程平台：爱课程；网址：https://www.icourse163.org/course/NJU-1003600006

2.生物化学实验精品课程，课程负责人：王青松；课程平台：爱课程；网址：<https://www.icourse163.org/course/PKU-1449775172>

1. 杨志敏主编：《生物化学实验》，高等教育出版社，2015年版；

2. 陈钧辉主编：《生物化学实验》，科学出版社，2003年版；

3. 余冰宾主编：《生物化学实验指导》（第2版），清华大学出版社，2010年版；

4. 余瑞元、袁明秀、陈丽蓉、陈雅蕙主编：生物化学实验原理和方法（第二版），北京大学出版社，2012年版；

5. 董晓燕主编：《生物化学实验》（第2版），化学工业出版社，2008年版；

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据2021年生物工程专业人才培养方案制定。

**《分子生物学实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 分子生物学实验 | 课程代码 | 0717B33 |
| 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 | 姚清国 |
| 大纲撰写人 | 姚亚森、冯俊霞 | 大纲审核人 | 姚清国 |
| 先修课程 | 分子生物学、生物化学、微生物学 |
| 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：

1. 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；（解决问题4.3）
2. 能够对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论。（分析问题4.4）
3. 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** |
| 解决问题(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）。 | 1. 能够在NCBI数据库上进行核酸、蛋白质序列检

 索，通过生物信息学开展数据分析。2.能够通过生物信息的方法对核酸和蛋白进行析。3.学会大肠杆菌氯化钙法进行感受态细胞制备、通过热激发转化、抗生素筛选。4.能够利用氯化钙法进行大肠杆菌感受态细胞制备、对特定载体通过热激发转化和抗生素筛选。5.能够在理解核酸、蛋白质、脂类性质的基础上，对细菌基因组DNA进行提取。6.能够利用PCR仪对DNA特定片段进行扩增。7.能够完成DNA酶切连接的实验过程。8.能够用包埋法固定细胞。 | 课程目标1 |
| 问题分析（4.4）：能够对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论（M）。 | 1.学会在NCBI数据库上进行核酸、蛋白质序列检索，通过生物信息学开展数据分析。2.能够通过生物信息的方法对核酸和蛋白进行析。3.学会通大肠杆菌氯化钙法进行感受态细胞制备、通过热激发转化、抗生素筛选。4.能够利用氯化钙法进行大肠杆菌感受态细胞制备、对特定载体通过热激发转化和抗生素筛选。5.能够在理解核酸、蛋白质、脂类性质的基础上，对细菌基因组DNA进行提取。6.能够利用PCR仪对DNA特定片段进行扩增。7.能够完成DNA酶切连接的实验过程。8.能够用包埋法固定细胞。 | 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**

第一章 核酸序列的检索和序列比对

**【学习目标】**

1.学会在NCBI的核酸数据库中检索核酸序列。

2.了解如何利用Genbank数据库中提供的Blast功能完成同源性检索

3. 利用Cn3D软件分析NCBI中蛋白质数据库的三维结构图像

**【学习内容】**

1. 在核酸数据库中检索核酸序列

2. 通过Blast软件完成序列比对

3. 利用Cn3D软件分析蛋白质三维构象

**【重点】**

1. 核酸的序列比对

2. 蛋白质三维结构分析

**【难点】**

1. 核酸比对结果分析

2. 蛋白三维结构分析

**【实施方式】**

采用微机房上机操作学习

**【学习要求】**

1. 课上了解上机实验操作。

2. 课上掌握远程网上登录操作

3. 课后运用个人电脑进行训练

**【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：如1人1组）

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

第二章 **利用在线软件进行蛋白质特征分析**

**【学习目标】**

1.掌握利用软件signalP进行蛋白质信号肽的分析。

2.掌握使用软件TMHMM进行蛋白质跨膜域的分析。

**【学习内容】**

1.在ncbi网站上检索出（human growth hormone，CR4， insulin ，nisin ， humain hemoglobin ,Trastuzumab）的氨基酸序列

2.使用signalP4软件进行CR4信号肽的分析。

http://www.cbs.dtu.dk/services/SignalP/

3.使用TMHMM-2.0进行CR4跨膜域的分析。

<http://www.cbs.dtu.dk/services/TMHMM-2.0/>

**【重点】**

信号肽和跨膜域软件的使用和分析

**【难点】**

 信号肽和跨膜域软件的分析报告的解读

**【实施方式】**

采用微机房上机操作学习

**【学习要求】**

1. 课前了解上机实验操作。

2. 课上掌握远程网上登录操作

3. 课后运用个人电脑进行训练

**【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：如1人1组）

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

第三章 大肠杆菌感受态细胞制备

**【学习目标】**

1.了解和掌握大肠杆菌感受态细胞制备的原理。

2.掌握CaCl2法制备大肠杆菌感受态细胞的操作方法

**【学习内容】**

1. 学会取大肠杆菌DH5a菌株在LB平板上划线，37℃倒置培养12 h。

2. 学会挑取单菌落接种于含5 mL LB培养基的试管中，在37℃振荡培养12 h，直至对数生长后期。

3. 学会取上述培养菌液0.5 mL菌液接种于含50 mL LB培养基的250 mL三角瓶中，在37℃振荡（200 r／min）培养约2至3小时，至OD600＝0.4~0.6左右。

4. 学会取50 mL培养液放入100ml离心管，冰上放置20 min，使培养物冷却至0℃。

5. 学会在4℃下，4 000 r／min离心10 min，去上清。

6. 学会用20mL冰预冷的0.1 mol／L CaCl2溶液将菌体轻轻悬浮起来，再在冰上放置20 min。

7. 学会在4℃下，4 000 r／min离心10 min，去上清。

8. 学会用2mL冰预冷的0.1 mol／L CaCl2溶液将菌体轻轻悬浮起来，感受态细胞可在冰浴中放置，24 h之内直接用于转化。也可加入占总体积15％的甘油，混匀后，将菌液分装到1.5 mL的离心管中，每管100 µL，放入－70℃冰箱中备用。

**【重点】**

1. 学会大肠杆菌感受态的制备。

2. 学会大肠杆菌感受态的保存。

**【难点】**

大肠杆菌感受态的制备关键技术

**【实施方式】**

采用实验教学，在分子生物实验进行教学

**【学习要求】**

1. 课前预习实验内容

2. 课上学会实验操作

3. 课后认真复习内容

**【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：如4人1组）

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

第四章 **大肠杆菌细胞的质粒转化**

**【学习目标】**

掌握热激法转化大肠杆菌的原理和方法

**【学习内容】**

1. 学会感受态细胞激活

2. 学会热激法转化感受态细胞

3. 学会大肠杆菌的筛选

**【重点】**

1. 热激法转化感受态细胞时的温度控制

2. 感受态细胞的筛选

**【难点】**

1. 热激法转化感受态细胞的操作要领

2. 感受态细胞的筛选

**【实施方式】**

采用实验教学，在分子生物实验进行教学

**【学习要求】**

1. 理解热激法转化的原理

2. 掌握热激法转化的技术要点

3. 掌握热激法转化后的载体筛选。

**【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：如4人1组

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

第五章 **细菌基因组DNA的提取**

**【学习目标】**

掌握细菌基因组DNA提取的原理和方法

**【学习内容】**

1.生物大分子提取的依据和流程

2.生物大分子提取的一般原则

3.核酸提取的原理和方法

**【重点】**

1.生物大分子提取的依据、流程和原则

2.细菌基因组DNA提取的原理和方法

**【难点】**

吸附柱法提取细菌基因组DNA的原理和操作步骤

**【实施方式】**

采用实验教学，在分子生物学实验中教学

**【学习要求】**

掌握吸附柱法提取细菌基因组DNA的原理和步骤

**【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：如4人1组

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

第六章 **PCR扩增DNA特异性片段**

**【学习目标】**

1.掌握PCR的基本原理

2.理解PCR反应体系

3.掌握PCR仪的使用方法

**【学习内容】**

1.引物设计原则

2.PCR扩增反应体系的建立

3.琼脂糖凝胶电泳检测目的基因

**【重点】**

1.PCR的原理和引物设计的原则

2.PCR反应体系中各因素对扩增效果的影响

**【难点】**

PCR引物设计

**【实施方式】**

采用实验教学，在分子生物学实验中教学

**【学习要求】**

1.掌握PCR的基本原理

2.掌握PCR仪的使用方法

**【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：如4人1组

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

第七章 **质粒DNA的酶切**

**【学习目标】**

1.了解一般限制性内切酶的特性

2.学习设计酶切方案的一般规律

3.了解酶的保存与使用方法

4.掌握酶切产物的鉴定方法

**【学习内容】**

1.限制性内切酶相关基础知识介绍

2.酶切体系的建立，理解影响限制性内切酶酶切效果的因素

3.琼脂糖凝胶电泳鉴定酶切结果

**【重点】**

1.限制性内切酶作用原理

2.酶切体系建立及基本操作方法

3.酶切结果鉴定方法

**【难点】**

限制性内切酶酶切体系的建立

**【实施方式】**

采用实验教学，在分子生物学实验中教学

**【学习要求】**

1.了解影响限制性内切酶活性的因素

2.掌握限制性内切酶作用原理

3.掌握酶切结果鉴定方法

**【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：如4人1组

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

第八章 **质粒DNA的连接**

**【学习目标】**

掌握DNA连接的原理和方法

**【学习内容】**

1.DNA连接体系的构建

2.影响DNA连接的因素

**【重点】**

1.DNA连接体系的构建

2.影响DNA连接的因素

**【难点】**

DNA连接体系的构建

**【实施方式】**

采用实验教学，在分子生物学实验中教学

**【学习要求】**

掌握DNA连接的原理和方法

**【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：如4人1组

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

第九章 **酵母细胞的固定化及发酵**

**【学习目标】**

1.了解固定化细胞的方法

2.掌握包埋法固定酵母细胞的步骤

**【学习内容】**

1.酵母细胞的活化

2.海藻酸钠溶液和氯化钙溶液的配置

3.固定化酵母细胞

4.发酵实验

**【重点】**

1.包埋法固定酵母细胞的原理

2.酵母细胞的包埋操作方法

**【难点】**

固定化细胞的原理

**【实施方式】**

采用实验教学，在分子生物学实验中教学

**【学习要求】**

掌握包埋法固定细胞的原理及操作步骤

**【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：如4人1组

4.实验准备：需要提前预习课程内容。

5.其他要求：注重理论教学与实践教学相结合。

（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 核酸序列的检索和序列比对 | 课堂讲授、上机训练 | 课程目标1、2 | 3 |
| 第二章 利用在线软件进行蛋白质特征分析 | 课堂讲授、上机训练 | 课程目标1、2 | 3 |
| 第三章 大肠杆菌感受态细胞制备 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 4 |
| 第四章 大肠杆菌细胞的质粒转化 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 6 |
| 第五章 细菌基因组DNA的提取 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 2 |
| 第六章 PCR扩增DNA特异性片段 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 4 |
| 第七章 质粒DNA的酶切 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 4 |
| 第八章 质粒DNA的连接 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 4 |
| 第九章 酵母细胞的固定化及发酵 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、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.能够在NCBI数据库上进行核酸、蛋白质序列检索，通过生物信息学开展数据分析。2.能够通过生物信息的方法对核酸和蛋白进行分析。3.能够利用氯化钙法进行大肠杆菌感受态细胞制备、对特定载体通过热激发转化和抗生素筛选。4.能够对细菌基因组DNA进行提取。5.能够利用PCR仪对DNA特定片段进行扩增。6.能够完成DNA酶切连接的实验过程。7.能够用包埋法固定细胞。 | 实验操作+实验报告+实验考核 |
| 课程目标2 | 1.学会在NCBI数据库上进行核酸、蛋白质序列检索，通过生物信息学开展数据分析。2.学会通过生物信息的方法对核酸和蛋白进行分析。3.学会大肠杆菌氯化钙法进行感受态细胞制备、通过热激发转化、抗生素筛选。4.学会简单高效的细菌基因组DNA提取方法。5.学会利用PCR仪对DNA特定片段进行扩增。6.学会DNA酶切连接。7.学会包埋法细胞固定。 | 实验操作+实验报告+实验考核 |

（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** |
| 实验操作 | 实验报告 | 实验考核 |  |
| 课程目标1 | 25% | 10% | 15% |  | 50% |
| 课程目标2 | 25% | 10% | 15% |  | 50% |
| 合计 | 50% | 20% | 30% |  | 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%）=实验操作×100%

（三）期末成绩评定

期末成绩=实验报告×40%+实验考核×60%

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）

自编讲义：《分子生物学实验讲义》

（二）相关推荐书目

1. 马丽英,高宗华主编：《分子生物学实验原理与技术》，科学技术出版社，2019年版；

2. 顾青，宋达峰主编：《分子生物学实验指导》，浙江工商大学出版社，2014年版；

（三）课程资源

尹燕霞，《分子生物学实验》，北京师范大学，中国大学慕课

七、课程教学大纲制定依据

本课程教学大纲依据2023年生物工程专业人才培养方案制定。

**《基因工程实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 基因工程实验 | 课程代码 | 0711B07 |
| 课程类别 | 实验课程 | 学时/学分 | 32/2 |
| 开课单位 | 化工学院 | 适用专业 | 生物工程 |
| 课程负责人 | 李海龙，马闻师 |
| 大纲撰写人 | 马闻师、李海龙 | 大纲审核人 | 姚清国 |
| 先修课程 | 基础化学实验，微生物实验，生物化学实验，分子生物学实验 |
| 课程网址 | 石家庄学院学习通基因工程实验(生物制药综合实验II)课程 |

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

基因工程实验是生物工程本科专业实践环节课程中的实验课程，该综合实验是连续不中断综合实验，实验要求分组考核，实验的下一步依赖上一步的成功，要求实验的所有材料都是本组准备，卡在某一步骤要求重复做成（重复无法做成，才可借用其它实验组材料继续），因此实验的难度较大。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1. 通过生物制药实验设计，领会目的基因（包括但不限于药物基因）获取的原理和基本技术，并能够应用适宜载体克隆目的基因，通过转化诱导进行表达，能够综合实验操作研究生物制药先进技术和创新思路，分析调研生物制药复杂工程问题的解决方案。**【毕业要求4问题研究】**

2. 通过生物制药综合实验，学生可以熟练选择使用DNA提取设备（匀浆机，高速离心机等），DNA鉴定设备（紫外分光光度计，电泳仪，凝胶成像设备），梯度PCR仪，高精度移液器，颗粒制冰机，恒温培养箱，蛋白电泳设备等先进技术和现代仪器。**【毕业要求5使用现代工具】**

（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 | 4.4 能够对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论。 | 课程目标1 |
| 5使用现代工具 | 5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对生物工程领域复杂工程问题进行分析、计算与设计； | 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**

第一章 目的基因获取与鉴定

**【学习目标】**掌握目的基因获取原理、方法与技术，熟练目的基因鉴定的原理、方法与技术，通过目的基因获得，培养学生实验设计，熟练实验操作的基本素质，实验成功与否，有诸多因素，通过失败实验分析，培养学生逻辑思维能力，和不屈不挠的精神。

**【学习内容】**

1. 实验室安全教育，生物安全教育（涉及载体，受体细胞的处理等内容）

2.DNA提取**。**

2. DNA紫外检测和定量。

3. EF-1基因PCR扩增。

**【重点】**

1. DNA提取和鉴定中，DNA纯度是重点，具有一定的挑战性。

2. EF-1基因PCR扩增，扩增产物是重点，产物单一才算成功。

**【难点】**

1. DNA纯度。2. PCR扩增。

**【实施方式】**

该实验是理论+实验，学生首先要理解目的基因获取的所有方法，以及本实验选择PCR获取目的基因的原理、实验操作，要熟悉DNA提取鉴定的技术，尤其是提高DNA纯度的方法。

**【学习要求】**

1. 掌握DNA提取技术，并能够成功提出符合纯度要求的DNA。

2. 掌握DNA紫外检测和电泳技术，能够计算DNA纯度和定量。

3. 了解PCR引物设计原理，熟悉PCR仪程序设计，掌握PCR操作技术，并能够成功扩增出目的基因。

**【实验要求】**

1.本实验是综合性实验。

2.本实验是必做实验。

3.本实验，按照学生人数分为3-6人一组。

4.本实验需要预习，需要高速冷冻离心机，紫外分光光度计，凝胶成像仪，水浴锅，DNA电泳设备等仪器设备。

第二章 目的基因连接与转化

**【学习目标】**掌握目的基因连接原理、方法与技术，熟练目的转化的原理、方法与技术，通过目的基因连接转化和载体选择，巩固学生关于载体和感受态细胞的相关知识，并通过实际操作，理解理论和实践之间的关系，培养学生知行合一，和愈挫愈勇的精神。

**【学习内容】**

1. EF-1基因与T-载体的连接。

2. 感受态细胞制备。

3. EF-1基因连接产物转化。

**【重点】**

1. EF-1基因与T-载体的连接，连接效率是重点，具有一定的挑战性。

2. 感受态制备中，转化效率是关键，非常具有挑战性。

**【难点】**

1. EF-1基因与T-载体的连接效率。

2. 感受态细胞的转化效率。

**【实施方式】**

该实验是理论+实验，学生首先要理解目的基因连接转化所有方法和基本操作，以及感受态细胞制备的原理、实验操作，要熟悉提高连接和转化效率的方法。

**【学习要求】**

1. 掌握EF-1基因与T-载体的连接技术，并能够成功提高连接效率。

2. 掌握感受态细胞制备技术，能够提高转化效率。

**【实验要求】**

1.本实验是综合性实验。

2.本实验是必做实验。

3.本实验，按照学生人数分为3-6人一组。

4.本实验需要预习，需要高速冷冻离心机，颗粒制冰机，恒温摇床，水浴锅，电冰箱等设备。

第三章 目的基因表达与鉴定

**【学习目标】**掌握蓝白斑筛选原理和白斑挑选鉴定，熟悉目的基因蛋白质诱导表达原理、方法与技术，熟练蛋白质电泳和蛋白电泳凝胶染色的原理、方法与技术，通过蛋白质表达，检验综合实验的成功与否，能够成功走到这里的同学，是非常不容易的，说明之前所有实验都能够成功，他们会充分理解理论和实践之间的关系，进一步培养学生知行合一的精神。

**【学习内容】**

1. 转化细胞培养-蓝白斑筛选。

2. EF-1蛋白表达及SDS-PAGE电泳检测。

3. SDS-PAGE凝胶的染色和凝胶成像。

**【重点】**

1. 转化细胞-蓝白斑筛选，有白斑是重点，没有白斑就没有携带外源基因。

2. EF-1蛋白表达及SDS-PAGE电泳检测，蛋白要表达，非常具有挑战性。

**【难点】**

1. 转化细胞培养-蓝白斑筛选。

2. 蛋白表达和电泳检测。

**【实施方式】**

该实验是理论+实验，学生要理解目的基因蛋白质诱导表达所有方法和基本操作，以及SDS-PAGE电泳检测原理、实验操作。

**【学习要求】**

1. 掌握EF-1基因蛋白诱导表达的技术，并能够成功提高蛋白质表达效率。

2. 掌握SDS-PAGE电泳检测原理、实验操作，并能够进行染色，脱色和凝胶成像。

**【实验要求】**

1.本实验是综合性实验。

2.本实验是必做实验。

3.本实验，按照学生人数分为3-6人一组。

4.本实验需要预习，需要高速冷冻离心机，颗粒制冰机，恒温培养箱，水浴锅，电冰箱，蛋白质电泳槽，电泳仪，脱色摇床，凝胶成像等设备。

（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 目的基因的获取与鉴定 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 12 |
| 第二章 目的基因的连接与转化 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 12 |
| 第三章 目的基因的表达与鉴定 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1、2 | 12 |
| **合计** | 36 |

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 基因工程的基本原理、基本技术及基本流程。1.2基因组DNA提取及紫外分光光度计测定，DNA电泳分析。1.3 PCR获得目的基因，载体的选择，感受态细胞制备。1.4 载体连接和转化，阳性克隆的挑取。1.5外源基因的鉴定和诱导表达，外源基因的蛋白质电泳鉴定。1.6目的基因（包括但不限于药物基因）获取的原理和基本技术。1.7目的基因克隆到适宜载体，通过转化诱导进行表达 | 1.实验操作规范程度，实验中图片的质量与标注2.DNA的纯度和含量（凝胶成像图片和紫外图片）3.感受态细胞图片4.蓝白斑图片5.蛋白质电泳图片6.连续实验的成功率和解决问题的能力7.实验中是否能够按时完成，并没有借用其它实验组的中间实验材料 |
| 课程目标2 | 3.1熟练使用DNA提取设备（匀浆机，高速离心机等），DNA鉴定设备（紫外分光光度计，电泳仪，凝胶成像设备），3.2熟练使用梯度PCR仪，高精度移液器，颗粒制冰机，恒温培养箱，蛋白电泳染色等现代仪器。 | 1.理解设备工作原理2.设备实验规范，熟练3.没有损坏设备及配件 |

（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** |
| **仪器操作** | **实验操作** | **预习与实验报告** |
| 课程目标1 | 0 | 30 | 30 | 60 |
| 课程目标2 | 20 | 0 | 20 | 40 |
| 合计 | 20 | 30 | 50 | 100 |

五、成绩评定

1、总成绩评定

总成绩=仪器操作20%+实验操作30%+预习与实验报告50%

2、平时成绩评定

平时成绩（100%）=仪器操作40%+实验操作60%

仪器操作包括：仪器正确使用情况，仪器的损坏情况，仪器配件情况等

实验操作包括：实验的成功情况，实验重复次数，借用它组材料情况

3、期末成绩评定

期末成绩=预习报告20%+实验报告80%

预习报告：掌握实验的原理，掌握实验的步骤和详细计划，清晰实验的前后顺序和关联，理解前面实验失败的风险，重复和借用它组实验材料的问题

实验报告：主要是实验结果和分析，实验结果图片包括小组成员合影，DNA紫外图片，电泳凝胶成像图片，PCR电泳凝胶成像图片，蓝白斑平皿图片，蛋白质电泳凝胶成像图片，

以及所有图片的图注，所有结果图片要求清晰，图注准确明白，失败实验要求分析原因，重复实验要求总结经验教训。

最后，要写出综合实验的感想，要求对生物制药在思想上和认识上有提升。

4、评分细则

|  |  |
| --- | --- |
|  | 评分标准 |
| 100-90 | 90-80 | 80-70 | 70-60 | 60-30 | 30-0 |
| 课程目标1 | 预习报告和实验报告 | 实验预习内容完整，逻辑清晰，实验重点突出，难点理解深刻，实验报告图表清晰，实验分析有深度，尤其是实验没有成功的，失败原因分析，实验感受真挚，有收获 | 实验预习内容基本完整，符合逻辑，实验有重点，难点有理解，实验报告图表较清晰，有实验和失败原因分析，实验感受有内容，言之有物 | 实验预习内容有欠缺，逻辑性不强，实验重点不突出，难点不甚理解，实验报告图表无错漏，实验和失败原因分析有欠缺，实验感受泛泛，对实验理解有限 | 实验预习内容不认真，仅限于抄写，实验重点难点不理解，实验报告图表有错漏，实验和失败原因分析不理解，实验感受几乎没有，对实验理解有限 | 实验预习只抄写，没理解，实验报告图表严重欠缺，实验失败多，借用其他组实验材料，实验感受没有，对实验没有理解 | 实验预习抄写错漏百出，完全没理解，实验报告无图片，实验失败多，借用其他组实验材料也无法完成，实验感受没有，对实验没有理解 |
| 实验的完成度 | 所有实验都完成，DNA纯度高，PCR扩增好，连接转化效率高，蛋白质表达丰富，电泳条带清晰。 | 所有实验都完成，DNA纯度合格，PCR扩增能用于连接，连接转化后有白斑，蛋白质能够表达，电泳条带清晰。 | 个别实验没有完成，借用其它组实验材料才完成实验，比如DNA纯度不合格，或者PCR扩增不能用于连接，或连接转化后没有白斑，或蛋白质不能够表达，电泳条带不清晰 | 多个实验没有完成，靠借用其它组实验材料超过两次才最终完成实验，比如DNA纯度不合格，或者PCR扩增不能用于连接，或连接转化后没有白斑，或蛋白质不能够表达，电泳条带不清晰 | 多个实验没有完成，靠借用其它组实验材料也无法完成实验，比如无DNA，无PCR产物，没有白斑，或蛋白质不能够表达，电泳条带不清晰 | 所有实验没有完成，靠借用其它组实验材料也无法完成实验，比如无DNA，无PCR产物，没有白斑，或蛋白质不能够表达 |
| 实验中图片的质量与标注 | 图片清晰，所有实验步骤图片完整，标注准确合理，图片没有进行过度修饰 | 图片基本清晰，个别实验步骤图片不清楚或欠缺，标注准确但有缺陷，图片有修饰痕迹 | 图片有个别不清晰，实验步骤图片有个别欠缺，标注不准确，图片有过度修饰痕迹 | 多个图片不清晰，实验步骤图片欠缺较多，标注不准确，图片有过度修饰痕迹 | 所有图片不清晰，实验步骤图片很少，无标注，图片有过度修饰痕迹 | 无图片，实验步骤无证据，无标注，图片有过度修饰痕迹 |
| 课程目标2 | 预习报告和实验报告 | 实验预习内容完整，逻辑清晰，实验重点突出，难点理解深刻，实验报告图表清晰，实验分析有深度，尤其是实验没有成功的，失败原因分析，实验感受真挚，有收获 | 实验预习内容基本完整，符合逻辑，实验有重点，难点有理解，实验报告图表较清晰，有实验和失败原因分析，实验感受有内容，言之有物 | 实验预习内容有欠缺，逻辑性不强，实验重点不突出，难点不甚理解，实验报告图表无错漏，实验和失败原因分析有欠缺，实验感受泛泛，对实验理解有限 | 实验预习内容不认真，仅限于抄写，实验重点难点不理解，实验报告图表有错漏，实验和失败原因分析不理解，实验感受几乎没有，对实验理解有限 | 实验预习只抄写，没理解，实验报告图表严重欠缺，实验失败多，借用其他组实验材料，实验感受没有，对实验没有理解 | 实验预习抄写错漏百出，完全没理解，实验报告无图片，实验失败多，借用其他组实验材料也无法完成，实验感受没有，对实验没有理解 |
| 实验操作规范程度，操作问题一票否决 | 能够认真阅读仪器操作规程，并熟练使用所用仪器设备，并按照要求进行维护 | 能够阅读仪器操作规程，并使用仪器设备，有些不规范，对仪器设备有不良影响 | 阅读仪器操作规程欠缺，操作仪器设备完全不符合规范，有安全隐患 | 不阅读仪器操作规程，操作仪器设备完全照猫画虎，有较大安全隐患 | 完全不阅读仪器操作规程，操作仪器设备动作较大，安全隐患严重，有损坏现象 | 完全不阅读仪器操作规程，操作仪器设备动作较大，安全隐患严重，有严重损坏现象 |

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. 马闻师自编：《基因工程实验流程》，2011年

2. 钟卫鸿主编：《基因工程技术实验指导》 化工出版社

（二）相关推荐书目

1. 冯乐平、刘志国主编：《基因工程实验教程》 科学出版社

2. 朱旭芬主编：《基因工程实验指导》 高教出版社

七、课程教学大纲制定依据

本课程大纲依据2023年生物工程专业人才培养方案制定。

**《生物分离工程实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 生物分离工程实验 | 课程代码 | 0717B36 |
| 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 | 祁永浩、韩广欣 |
| 大纲撰写人 | 祁永浩 韩广欣 | 大纲审核人 | 姚清国 |
| 先修课程 | 《化工原理》、《物理化学》、《微生物学》、《生物化学》、《发酵工艺学》 |
| 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：

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2.4 问题分析】

2. 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。【毕业要求4.3 问题研究】

3. 能够对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论。【毕业要求4.4 问题研究】

4. 能够了解发酵工程行业的发展趋势和研究动态，能够基于生物制药领域相关背景知识进行合理分析，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。【毕业要求9.2 个人和团队】通过本课程的学习，

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（M） | 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。 | 课程目标1 |
| 4.问题研究（H） | 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。 | 课程目标2 |
| 4.问题研究（M） | 4.4能够对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论。 | 课程目标3 |
| 9.个人和团队（L） | 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。 | 课程目标4 |

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 凝胶色谱法分离甘油三酯

**【学习目标】**要求：掌握凝胶色谱的原理，分离操作流程。

**【学习内容】**

1. 活化硅胶并填充硅胶柱；

2. 制备洗脱液；

3. 洗脱速度的控制；

4. 回收率的计算。

**【重点】**

1. 活化硅胶并填充硅胶柱；

2. 洗脱速度的控制；

**【难点】**

1. 活化硅胶并填充硅胶柱；

2. 洗脱速度的控制；

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 熟练掌握硅胶填充的方法；

2. 能够根据实验进度合理调控洗脱速度；

3. 掌握回收率的计算。

**【实验要求】**

1.实验属性：设计性实验

2.开出要求：必做

3.分组要求：3人1组

4.实验准备：①仪器、试剂：层析柱、三角容量瓶、分析天平、硅胶、棉花、正己烷、乙醚、蒸馏水、食用油；

②预习要求：提前回忆硅胶柱的装柱要求和具体操作。

5.其他要求：

第二章 液膜分离实验

**【学习目标】**要求：掌握液膜分离技术的操作过程和原理。

**【学习内容】**

1. 掌握制备液膜的方法；

2. 掌握液膜分离技术的操作；

3. 通过酸碱滴定的方法分析液膜分离的结果。

**【重点】**

1. 掌握液膜分离技术的操作；

2. 通过酸碱滴定的方法分析液膜分离的结果。

**【难点】**

1. 掌握液膜分离技术的操作。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 能够按要求配制两种液膜；

2. 掌握液膜分离操作；

3. 运用滴定法判断液膜分离的效果。

**【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：3人1组

4.实验准备：①仪器设备、试剂：煤油、司班、液体石蜡、氢氧化钠、醋酸、酚酞；②预习要求：液膜分离技术的原理。

5.其他要求

第三章 细菌的破碎及总蛋白含量的测定

**【学习目标】**要求：掌握细菌破碎的方法步骤及BCA蛋白定量的方法。

**【学习内容】**

1. 细菌的超声破碎；

2. 从细菌中提取总蛋白；

3. BCA蛋白定量法检测蛋白质浓度。

**【重点】**

1. 细菌的超声破碎；

2. BCA蛋白定量法检测蛋白质浓度。

**【难点】**

1. 细菌的超声破碎；

2. BCA蛋白定量法检测蛋白质浓度。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 能够按照要求破碎细菌；

2. 熟练掌握总蛋白提取的方法；

3. 能够通过BCA蛋白定量法检测蛋白质浓度。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂：摇床、50ml，10ml，1.5ml离心管、96孔培养板、50ml锥形瓶、小烧杯、超声破碎仪、玻璃棒、移液器、、冰柜、酶标仪、大肠杆菌、蒸馏水、PBS;

②预习要求：BSA标准曲线绘制。

5.其他要求

第四章 利普司他汀发酵液的预处理和浸提

**【学习目标】**要求：掌握发酵液菌体的分离方法，掌握胞内产物的菌体收集和浸提方法。

**【学习内容】**

1. 发酵液的预处理：酸化、加热、离心或过滤。

2. 发酵液的浸提：有机溶剂把产物从菌体内提取分离。

**【重点】**

 选择合适的有机溶剂（乙醇）浓度，浸提收率最高。

**【难点】**

预处理对细胞表面的残留油、营养物质去除是否彻底，直接影响浸提效果。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 熟悉发酵液预处理的常用方法。

2. 掌握胞内产物从菌体浸提的有机溶剂及浓度选择。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂；盐酸、乙醇、超声波清洗器、离心机、250ml分液漏斗、烧杯；

②预习要求：课前预习，撰写预习报告。

第五章 利普司他汀的萃取和乙腈除油

**【学习目标】**要求：1.掌握产物由乙醇水相萃取到正庚烷相的条件控制。2.掌握去除有机溶剂体系中少量油的方法。

**【学习内容】**

1. 正庚烷一次萃取和二次萃取。

2. 正庚烷萃取液的真空浓缩。

3. 低温冷冻除油。

4. 利普司他汀HPLC检测。

**【重点】**

1. 正庚烷萃取转相，低温冷冻除油。

2. HPLC检测。

**【难点】**

1. 正庚烷萃取易乳化，不易分层。

2. HPLC检测。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握萃取转相去除水溶性杂质的方法。

2. 掌握低温冷冻法去除有机溶剂中油脂的操作。

3. 学会使用高效液相色谱仪进行检测。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂；庚烷、乙腈；旋转蒸发仪、超声波清洗器、LC3000型高效液相色谱仪；60ml、250ml分液漏斗。；

②预习要求：课前预习，撰写预习报告。

第六章L-谷氨酸的精制与晶型控制

**【学习目标】**要求：1.掌握结晶精制可以有效去除杂质。2.掌握晶型控制手段。

**【学习内容】**

1. 加热溶解为饱和溶液。

2. 降温、加溶剂，控制晶型。

3. 过滤、干燥。

4. 显微镜观察晶形。

**【重点】**

出晶瞬间，控制晶型的关键。

**【难点】**

规则整齐晶型的控制。

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1. 掌握规则整齐的晶形控制要点，将来做产品结晶时能控制较好的均匀晶形。

2. 掌握结晶各环节控制点。

**【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：3人1组；

4.实验准备：①仪器、试剂；L-谷氨酸、纯水、乙醇；100ml烧杯，500ml烧杯，60ml分液漏斗，磁力搅拌器。

②预习要求：课前预习，撰写预习报告。

（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 凝胶色谱法分离甘油三酯 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1课程目标2课程目标3课程目标4 | 4 |
| 第二章 液膜分离试验 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1课程目标2课程目标3课程目标4 | 4 |
| 第三章 细菌的破碎及总蛋白含量的测定 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1课程目标2课程目标3课程目标4 | 8 |
| 第四章 利普司他汀发酵液的预处理和浸提 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1课程目标2课程目标3课程目标4 | 4 |
| 第五章 利普司他汀的萃取和乙腈除油 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1课程目标2课程目标3课程目标4 | 8 |
| 第六章 L-谷氨酸的精制与晶型控制 | 课前预习、课堂讲授、小组实验 | 课程目标1课程目标2课程目标3课程目标4 | 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实验基础操作，数据采集及分析1.2实验报告 | 平时成绩（实验操作：10%）；期末成绩（实验报告30%，实验考核10%） |
| 课程目标2 | 2.1工具设备选用2.2实验操作2.3实验报告 | 平时成绩（实验操作：10%）；期末成绩（实验考核10%） |
| 课程目标3 | 3.1数据采集及分析 | 平时成绩（实验操作：10%）；期末成绩（实验考核10%） |
| 课程目标4 | 4.1团队协同意识4.2实验操作情况 | 平时成绩（实验操作：10%） |

（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** |
| **实验操作** | **实验考核** | **实验报告** |
| 课程目标1 | 10 | 10 | 30 | 50 |
| 课程目标2 | 10 | 10 |  | 30 |
| 课程目标3 | 10 | 10 |  | 20 |
| 课程目标4 | 10 |  |  | 10 |
| 合计 | 40 | 30 | 30 | 100 |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=平时成绩×30%+期末成绩×70%

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）=实验操作（100%）

（三）期末成绩评定

考核的范围：讲授操作的6个实验；

考核的方式：分组实验操作。

期末成绩（100%）=实验操作（60%）+实验报告（40%）

考核方式：实验操作、实验报告

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. 生物工程教研室自编：《生物分离工程实验指导》，2018年

（二）相关推荐书目

1. 董文宾主编：《生物工程分析》，化学工业出版社，2006年；

2. 王福荣主编：《生物工程分析与检验》，中国轻工业出版社，2006年；

3. 钱立生，苗永美主编：《生物工程综合实验实训教程》，安徽科学技术出版社，2018年；

4. 刘叶青编：《生物分离工程实验》，高等教育出版社，2009年。

（三）课程资源

本课程在网络上有丰富的教学资源：在线开放课程，图书资源，试题资料等，学生可通过网络自主学习，如：

1.田瑞华编：生物分离工程实验.PDF，<http://www.tushu000.com/zirankexue/shengwukexue/34362700346610898307.html>。

2. 生物分离工程实验讲义，<https://www.docin.com/p-492853350.html>。

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。

**《发酵工艺学实验》课程大纲**

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 发酵工艺学实验 | 课程代码 | 0717B35 |
| 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 | 李小兵、翟红梅 |
| 大纲撰写人 | 翟红梅 | 大纲审核人 | 姚清国 |
| 先修课程 | 微生物学实验、发酵工艺学 |
| 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：

1.本实验为项目型综合性实验，按产品工艺流程设计实验。依据产品工艺参数资料，同时结合发酵工艺学有关菌种选育、种子制备、培养基、灭菌、发酵过程控制等工艺单元的基本专业理论知识，能够合理性优化设计从斜面菌种分离纯化，经种子制备，发酵培养和分析检测等连续工艺过程方案，并通过实验验证设计方案的可行性，熟悉典型发酵产品的工艺控制特点，培养学生对工艺过程的合理性设计和开发能力。【毕业要求3：设计/开发解决方案】

2.在综合性项目实验过程中，通过外观颜色、孢子和边沿判断选择合适菌落，通过镜检观察微生物形态和无菌情况，通过HPLC检测并计算产物浓度，通过抑菌圈对比抗菌活性，并能针对结果和实验现象，讨论实验的要点，或失败或成功之处。通过实验过程的现象、数据处理和分析，提升学生在专业问题方面的研究能力。【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** |
| 3.设计/开发解决方案 (H) | 3.3能够进行系统和工艺流程设计，实现工艺单元的集成，并对设计进行合理性优化，从中体现创新意识。 | 课程目标1 |
| 4.问题研究 (M) | 4.4能对采集的数据进行分析，并结合专业知识对相关研究结果、现象或数据进行解释、分析，得出合理有效的结论。 | 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**

第一章 毒三素链霉菌的分离纯化与保藏

**【学习目标】**

了解发酵工艺学的整个流程，掌握放线菌株的分离纯化方法和操作要点。

掌握放线菌株的常用保藏方法。熟悉超低温冰箱菌种保藏法的操作过程，了解其优点和不足。

**【学习内容】**

1. 放线菌株的分离纯化；

2. 放线菌株的保藏；

3. 超低温冰箱菌种保藏法；

**【重点】**

1. 微生物的纯化方法；
2. 微生物菌株保藏操作过程；

**【难点】**

微生物的分离纯化

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1、掌握放线菌株的分离纯化方法和操作要点。

2、掌握放线菌株的常用保藏方法。

3、掌握超低温冰箱菌种保藏法的操作过程。

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：灭菌锅，500ml锥形瓶（1个），250ml锥形瓶（2个），试管四个，pH计，天平，磁力搅拌器，平皿，超净工作台、甘油管(2个)

药品试剂：葡萄糖 4.0，麦芽提取物10.0，酵母提取粉 4.0，CaCO3 2.0，琼脂粉 20.0

菌种：毒三素链霉菌(*S. toxytricini*) LP-19

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第二章 利普司他汀种子的制备

**【学习目标】**

掌握放线菌株种子制备的流程，学会分析影响种子质量的因素。通过分析和调控，达到摇瓶种子移出时的各项标准。

**【学习内容】**

1. 放线菌株种子培养基的配置；
2. 放线菌株种子的制备；

3. 放线菌株种子质量的调控和观察；

**【重点】**

1.放线菌株种子的制备；

2.放线菌株种子质量的调控和观察；

**【难点】**

放线菌株种子质量的调控和观察

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1、掌握放线菌摇瓶种子制备的操作要点。

2、学会通过调控，达到摇瓶种子移出时的各项标准。

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：灭菌锅，500ml锥形瓶，250ml锥形瓶，试管，pH计，天平，磁力搅拌器，平皿，超净工作台、摇床。

药品试剂：酵母抽提物 2.5，低温黄豆饼粉 20.0，甘油 20.0

菌种：毒三素链霉菌(*S. toxytricini*) LP-19

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第三章 利普司他汀的摇瓶发酵培养

**【学习目标】**

掌握利普司他汀的摇瓶发酵培养的流程，学会摇瓶发酵各环节的操作要点。学会过条件变化调控发酵，达到最优。通过摇瓶发酵，学会在将来工作中，很多新原料、新工艺实验，首先在摇瓶发酵上进行考查，多快好省。

**【学习内容】**

1.利普司他汀的摇瓶发酵培养基的配置；

2.液体种子接种；

3.利普司他汀的摇瓶发酵培养要点；

4.利普司他汀的摇瓶调控；

**【重点】**

1.液体种子接种；

2.利普司他汀的摇瓶发酵培养要点；

3.利普司他汀的摇瓶调控；

**【难点】**

1.利普司他汀的摇瓶发酵培养要点；

2.利普司他汀的摇瓶调控；

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1.掌握利普司他汀的摇瓶发酵培养要点。

2.利普司他汀的摇瓶调控要点；

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：灭菌锅，500ml锥形瓶，250ml锥形瓶，试管，pH计，天平，磁力搅拌器，平皿，超净工作台、摇床。

药品试剂：麸质粉，低温黄豆饼粉，甘油，葵花油，卵磷脂，ZnSO4·7H2O，CaCO3 ，抗氧化剂；

菌种：毒三素链霉菌(*S. toxytricini*) LP-19

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第四章 代谢产物的HPLC测定

**【学习目标】**

掌握如何通过高效液相色谱检测检测产品；学会分析HPLC图谱

**【学习内容】**

1.高效液相色谱检测的基本操作

2.分析HPLC图谱；

**【重点】**

1.高效液相色谱检测的基本操作

2.分析HPLC图谱；

**【难点】**

学会分析HPLC图谱；

**【实施方式】**

理论+实验

**【学习要求】**

1.掌握高效液相色谱检测的基本操作及注意事项；

2.学会分析HPLC图谱；

**【实验要求】**

1.验证性实验

2.必做

3.3人1组

4.实验准备

①仪器设备：高效液相色谱仪。

药品试剂：乙醇、乙酸乙酯、正已烷、奥利司他

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

第五章 抗生素生物效价的测定

**【学习目标】**

1.掌握生物效价检测的基本操作及注意事项。

2.学会抗生素生物效价的检测方法。

**【学习内容】**

1. 检定菌的制备。

2. 生物检定培养基的配制；

3. 生物检定。

**【重点】**

1.双层生物检定培养基的制备。

2. 杯碟法检定。

**【难点】**

双层生物检定培养基的制备。

**【实施方式】**

理论+实验。

**【学习要求】**

1.掌握双层生物检定培养基制备的基本操作及注意事项。

2.学会杯碟法的效价计算。

**【实验要求】**

1.验证性实验。

2.必做。

3.3人1组。

4.实验准备：

①仪器设备：无菌操作台、生化培养箱、摇瓶柜、牛津杯、移液枪。

药品试剂：多粘菌素B标准品、待测样、检定培养基

②预习要求：课前预习，撰写预习报告

（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 毒三素链霉菌的分离纯化与保藏 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| 第二章 利普司他汀种子的制备 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 5 |
| 第三章 利普司他汀的摇瓶发酵培养 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标1 | 6 |
| 第四章 代谢产物的HPLC测定 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标2 | 10 |
| 第五章 抗生素的生物效价的测定 | 课堂讲授、小组实验 | 课程目标2 | 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 | 1.1毒三素链霉菌的分离纯化培养，菌种保藏。1.2利普司他汀的摇瓶种子制备，摇瓶发酵培养。1.3发酵液代谢产物的HPLC测定。1.4抗生素生物效价的测定。 | 预习报告、实验操作和实验报告 |
| 课程目标2 | 1.1毒三素链霉菌的分离纯化培养，菌种保藏。1.2利普司他汀的摇瓶种子制备，摇瓶发酵培养。1.3发酵液代谢产物的HPLC测定。1.4抗生素生物效价的测定。 | 实验操作、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** |
| 预习报告 | 实验操作 | 实验报告 |
| 课程目标1 | 20% | 20% | 20% | 60% |
| 课程目标2 | - | 20% | 20% | 40% |
| 合计 | 20% | 40% | 40% | 100% |

五、成绩评定

（一）总成绩评定

总成绩=预习报告20%+实验操作40%+实验报告40%。

（二）平时成绩评定

平时成绩（100%）=实验操作100%。

实验操作包括：基本操作熟练情况，各步骤实验的结果成功情况，实验重复次数。

（三）期末成绩评定

预习报告：掌握实验的原理，熟悉实验方案，掌握实验的步骤和详细计划。

实验报告：主要是实验结果和分析，对各步骤的检测参数进行分析，平皿菌落形态图片分析，HPLC图谱分析，杯碟法测定结果抗菌效果分析。对实验现象和结果需要讨论。

本实验旨在考察学生的生物培养基本实验操作技能的掌握程度，考察学生对发酵工艺学课程理论知识理解掌握程度。

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）

教研室自编实验讲义《发酵工艺学实验》

（二）相关推荐书目

1. [姜伟](http://search.dangdang.com/?key2=%BD%AA%CE%B0&medium=01&category_path=01.00.00.00.00.00) [曹云鹤](http://search.dangdang.com/?key2=%B2%DC%D4%C6%BA%D7&medium=01&category_path=01.00.00.00.00.00)《发酵工程实验教程》科学出版社，2016年

2. 邓开野 《发酵工程实验》 [暨南大学出版社](http://search.dangdang.com/?key3=%F4%DF%C4%CF%B4%F3%D1%A7%B3%F6%B0%E6%C9%E7&medium=01&category_path=01.00.00.00.00.00) ，2010年

3. 宋存江 《微生物发酵工程综合实验原理与方法》南开大学出版社 2012年

4. 邓毛程《发酵工艺原理》 中国轻工业出版社 2007年

七、课程大纲制定依据

课程大纲依据2023版生物工程专业人才培养方案撰写。