



石家庄学院
SHIJIAZHUANG UNIVERSITY

材料科学与工程专业

实 验 课 程 大 纲

石家庄学院 化工学院

2023 年 10 月

目 录

《无机化学实验》课程教学大纲	3
《大学物理实验 B》课程大纲.....	15
《分析化学实验》课程大纲	20
《物理化学实验 1》课程大纲	31
《物理化学实验 2》课程大纲	41
《有机化学实验》课程大纲	52
《化工原理实验》课程大纲	69
《材料制备实验》课程大纲	83
《材料现代研究方法实验》课程大纲	95
《材料加工与性能测试实验 1》课程大纲	101
《材料加工与性能测试实验 2》课程大纲	108

《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	材料科学与工程
课程负责人	陈丁龙、张萍、张雪红、孙丽、张云霄、刘会敏		
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. 掌握设计和实施工程实验的无机化学实验基本原理和基本方法，能够合理设计实验；【毕业要求 4 研究】

2. 能够正确理解在解决复杂工程问题中的多学科团队作用，能够在一个多角色团队中独立或合作开展工作；具有合作协调意识。【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 能够根据研究方案选择研究路线，设计实验方案，构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据。(M)	课程目标 1

9.个人和团队	9.1 能够与其他学科的成员有效沟通，合作共事。(M)	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、气流烘干机。

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、二氧化碳相对分子质量的测定

【学习目标】

1. 认知类目标：掌握气体相对密度法测定二氧化碳相对分子量的原理和方法；
2. 过程与方法类目标：掌握气体相对密度法测定气体相对分子量的原理和方法；
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. 安装气体的发生、净化和收集装置。
2. 利用气体发生器制备二氧化碳气体。
3. 称量二氧化碳气体的质量。
4. 数据记录和处理。

【重点】

1. 控制气体发生装置，收集二氧化碳气体。
2. 分析天平准确称量质量。

【难点】

两次收集二氧化碳气体质量在 1mg 误差范围。

【实施方式】理论+实验

【学习要求】

1. 了解运用气体相对密度法测定二氧化碳相对分子量的原理和方法。
2. 练习气体发生器的使用，掌握制备、净化和收集二氧化碳气体的操作。

【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：分析天平、气体发生器、台秤、洗气瓶、锥形瓶。

药品试剂：无水碳酸钠、盐酸、浓硫酸、碳酸氢钠。

②预习要求：了解气体相对密度法测定二氧化碳相对分子量的原理和方法。

- 5.其他要求：二氧化碳要收集满。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	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、2	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、2	4
实验四、粗食盐的提纯。	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	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、2	4
实验六、二氧化碳相对分子质量的测定。	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	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、2	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、2	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、二氧化碳相对分子质量的测定。 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.平时操作 2.实验报告 3.实验考试
课程目标 2	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、二氧化碳相对分子质量的测定。 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.平时操作 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	实验考试	
课程目标 1		20	50	70
课程目标 2	30			30
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 年材料科学与工程专业人才培养方案制定。

《大学物理实验 B》课程大纲

一、课程基本信息

课程名称	大学物理实验 B	课程代码	0600008
课程类别	实验	学时 /学分	32 课时/1 学分
开课单位	理学院	适用专业	材料科学与工程
课程负责人	韩万强		
大纲撰写人	纪登辉	大纲审核人	史少辉
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. 研究】

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 9. 个人与团队】

(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 掌握用于解决材料领域工程问题所需要的数学知识和物理知识；（H）	课程目标 1
4 研究	4.2 能够根据研究方案选择研究路线，设计实验方案，构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据；（M）	课程目标 1
9 个人和团队	9.1 能够与其他学科的成员有效沟通，合作共事。（L）	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

【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年材料科学与工程人才培养方案制定。

《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	专业教育必修课程	学时 /学分	32/1
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
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. 能够基于材料领域科学原理，通过文献研究和相关方法，调研和分析材料制备和加工过程中的复杂工程问题并设计研究方案。【毕业要求 4 研究】

2. 能够在从事材料新产品、新工艺或新技术的开发及应用的团队中独立或合作开展工作，并能够组织、协调和指挥团队开展工作。【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	4.1 能够基于材料领域科学原理，通过文献研究和相关方法，调研和分析材料制备和加工	课程目标 1

	过程中的复杂工程问题并设计研究方案。 (M)	
9. 个人和团队	9.2 能够在从事材料新产品、新工艺或新技术的开发及应用的团队中独立或合作开展工作，并能够组织、协调和指挥团队开展工作。 (M)	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 Na_2CO_3 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 碱灰中总碱度的测定 (4 学时)

【学习目标】

1. 认知类目标: 了解酸碱过程中溶液 pH 的变化以及指示剂的选择;
2. 过程与方法类目标: 学习碱灰中总碱度的测定方法和原理;
3. 情感、态度、价值观类目标: 培养学生学以致用思想。

【学习内容】

1. 强酸滴定弱碱过程中溶液 pH 的变化以及指示剂的选择。
2. 碱灰中总碱度的测定方法。

【重点】

强酸滴定弱碱过程中溶液 pH 的变化以及指示剂的选择。

【难点】

强酸滴定弱碱过程中溶液 pH 的变化

【实施方式】

理论+实验

【学习要求】

1. 学会用强酸滴定弱碱的方法测定碱灰中总碱度。
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 HCl (6mol/L), 无水碳酸钠 (AR), 甲基橙指示剂, 碱灰试样 (工业碳酸钠); 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， $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 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 化学需氧量的测定（5 学时）

【学习目标】

1. 认知类目标：了解环境分析的重要性及水样的保存方法；了解水样的化学需氧量与水体污染的关系；
2. 过程与方法类目标：用高锰酸钾法测定污染水样 COD 的方法；
3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生辨别水体污染程度的能力，增强环保意识；培养学生的团队协作能力。

【学习内容】

1. 掌握 KMnO_4 法测定水中化学耗氧量的方法。
2. 滴定法的操作。

【重点】

KMnO_4 法测定水中化学耗氧量的原理和方法。

【难点】

KMnO_4 法测定水中化学耗氧量的方法。

【实施方式】

理论+实验

【学习要求】

1. 学会用氧化还原滴定法测定水样 COD；
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：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 KMnO_4 溶液，基准 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ， H_2SO_4 溶液，水样；电子分析天平，容量瓶，移液管，酸式滴定管，锥形瓶，酒精灯，石棉网。

② 预习要求， KMnO_4 法测定水中化学耗氧量的原理和方法，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 莫尔法测定可溶性氯化物中氯含量（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 AgNO_3 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 AgNO_3 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 AgNO_3 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， AgNO_3 溶液， K_2CrO_4 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：严格按照规范操作进行实验；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 ($10\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)、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、2	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、2	5
实验三 碱灰中总碱度的测定	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	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、2	5
实验五 化学需氧量的测定	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	5
实验六 莫尔法测定可溶性氯化物中氯含量	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	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、2	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 碱灰中总碱度的测定 实验四 自来水总硬度的测定 实验五 化学需氧量的测定 实验六 莫尔法测定可溶性氯化物中氯含量 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 3.实验报告 4.实验考试
课程目标 2	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 碱灰中总碱度的测定 实验四 自来水总硬度的测定 实验五 化学需氧量的测定	1.出勤情况 2.实验操作 3.实验报告

	实验六 莫尔法测定可溶性氯化物中氯含量 实验七 邻二氮菲分光光度法测定铁的含量	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	5	10	10	25	50
课程目标 2	5	10	10	25	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 年材料科学与工程专业人才培养方案制定。

《物理化学实验 1》课程大纲

一、课程基本信息

课程名称	物理化学实验 1	课程代码	0700211
课程类别	实验	学时/学分	24/0.75
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
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 1		

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，掌握物理化学实验的基本操作和技能。使学生初步具有独立进行实验工作的能力，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。【毕业要求 4 研究 (H)】

2. 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。【毕业要求 9 个人和团队 (M)】

(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	4.1 能够对复杂工程问题相关的物理和化学基础原理进行实验验证。(H)	课程目标 1
9. 个人和团队	9.1 能够明确团队中的角色和责任,在多学科背景下的团队中充分发挥个人作用。(M)	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 物理化学实验要求和基础知识、实验室安全

【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;掌握数据记录与数据处理的一般方法。

【学习内容】

1. 课堂特点、目的及要求。
2. 实验介绍。
3. 数据记录和处理方法。
4. 实验室安全相关图书及文件
5. 测控温技术及应用
6. 压力测量技术及应用

【重点】

1. 实验室安全相关知识;
2. 掌握数据记录和处理方法

【难点】。

1. 掌握数据记录和处理方法。

【实施方式】

理论(线上线下混合)+实验(线下)

【学习要求】

1. 要求学生了解实验室安全相关知识;
2. 掌握数据记录和处理方法

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？

① 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？

② 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. 用分光光度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 ($0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)、HCl ($0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)、 CH_3COONa ($0.04 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)、 CH_3COONa ($0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)、 CH_3COOH ($0.02 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 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 溶解热的测定

【学习目标】

学习溶解热的概念；了解电热补偿法测定热效应的基本原理；熟悉溶解热测定仪的基本操作；通过作图掌握测定溶解热的方法。

【学习内容】

1. 积分溶解热、微分溶解热、微分冲淡热的概念；
2. 电热补偿法测定热效应的基本原理；
3. 溶解热测定仪的基本操作；
4. 通过作图测定溶解热的方法。

【重点】

1. 电热补偿法测定热效应的基本原理；
2. 溶解热测定仪的基本操作。

【难点】

1. 溶解热测定仪的基本操作；
2. 通过作图测定溶解热的方法。

【实施方式】

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

【学习要求】

1. 了解溶解热的概念；
2. 了解电热补偿法测定热效应的基本原理；
3. 熟悉溶解热测定仪的基本操作；

4. 掌握通过作图测定溶解热的方法。

【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：溶解热测量装置、电子分析天平、台秤、量热计、烧杯，试剂药品： KNO_3 ；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往量热计加 KNO_3 样品时有哪些注意事项？
 - ②本实验装置是否适用于放热反应的热效应的测定？

实验项目六 液体饱和蒸气压的测定

【学习目标】

掌握静态法测定液体饱和蒸气压的原理及操作方法，学会由图解法求其平均摩尔气化热和正常沸点；了解纯液体的饱和蒸气压与温度的关系、克劳修斯-克拉贝龙方程式的意义；了解真空泵、恒温槽及气压计的使用及注意事项。

【学习内容】

1. 真空泵、恒温槽及气压计的正确使用；
2. 测定不同温度下，乙酸乙酯的饱和蒸气压；
3. 纯物质两相平衡体系，克-克方程的应用。

【重点】

1. 掌握静态法测定液体饱和蒸气压的原理；
2. 掌握静态法测定液体饱和蒸气压的操作方法。

【难点】

1. 绘制 $\ln p$ 对 $1/T$ 图，求其平均摩尔气化热 $\Delta_{\text{vap}}H_m$ 。

【实施方式】

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

【学习要求】

1. 掌握静态法测定液体饱和蒸气压的原理及操作方法；
2. 了解纯液体的饱和蒸气压与温度的关系、克劳修斯-克拉贝龙(Clausius-Clapeyron)方程式的意义；

3. 了解真空泵、恒温槽及气压计的使用及注意事项。

【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：饱和蒸气压实验装置（DP-AF型）1台、SYP-II恒温水浴、不锈钢缓冲罐、循环水式真空泵，药品试剂：无水乙醇；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 本实验方法能否用于测定溶液的饱和蒸气压？为什么？
- ② 为什么实验完毕以后必须使系统和真空泵与大气相通才能关闭真空泵？
- ③ 如果用升温法测定乙醇的饱和蒸气压，用该实验装置是否可行？

（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 物理化学实验要求和基础知识、实验室安全	理论	课程目标 1	4
实验项目二 液体饱和蒸气压的测定	理论+实验	课程目标 1、2	4
实验项目三 燃烧热的测定	理论+实验	课程目标 1、2	4
实验项目四 双液系气-液平衡相图	理论+实验	课程目标 1、2	4
实验项目五 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	4
实验项目六 溶解热的测定	理论+实验	课程目标 1、2	4
合计			24

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 物理化学实验的基本操作技能	1. 课前预习 2. 章节测试

	1.3 实验报告的规范化程度	3. 实验操作 4. 实验报告 5. 期末考试
课程目标 2	2.3 实验数据的记录与数据处理	1.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	章节测试	实验操作	实验报告	期末考试	
课程目标 1	10	10	10	15	40	85
课程目标 2				15		15
合计					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(16.7%)+章节测试(16.7%)+实验操作(16.7%)+实验报告(50%)

考核方式：课前预习、章节测试、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。

章节测试：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：主要考核对物理化学实验理论、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. 物理化学实验要求和基础知识、实验室安全
2. 液体饱和蒸气压的测定
3. 燃烧热的测定
4. 双液系气-液平衡相图
5. 弱电解质电离常数的测定（分光光度法）
6. 溶解热的测定

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）

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1（材料科学与工程）》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。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 级材料科学与工程专业人才培养方案制定。

《物理化学实验 2》课程大纲

一、课程基本信息

课程名称	物理化学实验 2	课程代码	0717B16
课程类别	实验	学时 /学分	24/0.75
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
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 2		

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。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。【毕业要求 4 研究 (M)】

2. 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。【毕业要求 9 个人和团队 (M)】

(三) 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 能够根据研究方案选择研究路线，设计实验方案，构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据。(M)	课程目标 1
9.个人和团队	9.2 能够在从事材料新产品、新工艺或新技术的开发及应用的团队中独立或合作开展工作，并能够组织、协调和指挥团队开展工作。(M)	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 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： $\text{CuSO}_4(0.1000\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$ 、 $\text{ZnSO}_4(0.100\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$ 、 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？

实验项目二 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 α_t 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 α_t 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($2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)、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？

实验项目三 二级反应-乙酸乙酯皂化

【学习目标】

掌握测定乙酸乙酯皂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 k_0 用 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氢氧化钠，与乙酸乙酯反应用 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氢氧化钠？

实验项目四 胶体的制备和电泳

【学习目标】

掌握水解法制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的实验方法；测定 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 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. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的特性和电泳的原理；
2. 水解法制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶；
3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的渗析法纯化；
4. 电泳速率 u 的测定。

【重点】

1. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的实验方法；
2. 测定 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 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： FeCl_3 溶液 ($w=0.10$)、 AgNO_3 溶液 ($w=0.01$)、 KSCN 溶液 ($w=0.01$)、火胶棉溶液 ($w=0.05$)、盐酸溶液 ($1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)；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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒带何种符号的电荷？为什么它会带此种符号的电荷？

实验项目五 希托夫法测定离子的迁移数

【学习目标】

掌握希托夫法测定离子迁移数的原理及方法；明确迁移数的概念；了解电量计的使用原理及方法。

【学习内容】

1. 迁移管的清洁及安装；
2. 铜片的清洁及安装；
3. 线路的连接；
4. 分光光度仪的使用。

【重点】

1. 仪器的校准和使用；
2. 希托夫法测定离子迁移数的原理。

【难点】

1. 希托夫法测定离子迁移数的原理；
2. 数据处理方法。

【实施方式】

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

【学习要求】

1. 掌握希托夫离子迁移数测定装置使用；
2. 掌握希托夫法测定离子迁移数的原理。

【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：迁移管、铜电极、希托夫离子迁移数测定装置、铜电量计、容量瓶、移液管、天平等，药品试剂：硫酸铜、无水乙醇、已知浓度的硫酸铜溶液等；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 为什么电量计的阴极铜片要用无水乙醇淋洗？
 - ② 本实验中，通过阴极区和阳极区的电量是否相同？

实验项目六 表面张力的测定

【学习目标】

掌握最大气泡法测定表面张力的原理，了解影响表面张力测定的因素。

【学习内容】

1. 安装实验仪器，检查是否漏气；
2. 毛细管常数的测定；
3. 不同浓度正丁醇溶液压差值的测量；
4. 标准浓度正丁醇溶液折光率曲线的绘制。

【重点】

1. 掌握最大气泡法测定表面张力的原理。

【难点】

1. 由表面张力的实验数据求分子的截面积及吸附层的厚度。

【实施方式】

理论（线上线下混合）+ 实验（线下）

【学习要求】

1. 理解表面张力测量的基本原理；
2. 计算吸附量，测定不同浓度正丁醇溶液的表面张力；
3. 由表面张力的实验数据求分子的截面积及吸附层的厚度。

【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；③仪器设备：表面张力测定仪1套、阿贝折射仪1台等，药品试剂：正丁醇、去离子水等；④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 为什么液体的表面张力随温度的升高而减少？
 - ② 仪器的清洁与否对所测数据有无影响？
 - ③ 设一毛细管插入水中，管内液面可以上升至一定高度，如设想在一定的
高度处把毛细管下弯，则水会下滴吗？

（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 电极制备和原电池的电动势测定	理论+实验	课程目标 1、2	4
实验项目二 一级反应——蔗糖的转化	理论+实验	课程目标 1、2	4
实验项目三 二级反应——乙酸乙酯皂化	理论+实验	课程目标 1、2	4
实验项目四 胶体的制备和电泳	理论+实验	课程目标 1、2	4
实验项目五 希托夫法测定离子的迁移数	理论+实验	课程目标 1、2	4
实验项目六 表面张力的测定	理论+实验	课程目标 1、2	4

合计	24
----	----

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 实验现象、实验数据的记录 1.3 实验室操作表现 1.4 实验报告的规范化程度	6. 课前预习 7. 线上测试 8. 实验操作 9. 实验报告 10. 期末考试
课程目标 2	2.1 实验现象、实验数据的记录 2.2 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	3	10	40	74
课程目标 2			6	20		26
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. 电极制备和原电池的电动势测定；
2. 一级反应——蔗糖的转化；
3. 二级反应——乙酸乙酯皂化；
4. 胶体的制备和电泳；
5. 希托夫法测定离子的迁移数；
6. 表面张力的测定。

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）

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2（材料科学与工程专业）》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 年材料科学与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	48/1.5
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
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（材料科学与工程）		

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. 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 研究】
2. 强化学生观察实验现象、记录实验过程、数据处理与分析以及实验报告撰写的能力，培养学生初步具有独立进行实验工作的能力，为今后从事科学研究工作打下良好实验基础。【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，强化安全与环保意识，倡导团队协作和互助精神。【毕业要求 9 个人与团队】

(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 能够根据研究方案选择研究路线,设计实验方案,构建实验系统,安全地开展实验,正确地采集实验数据。(M)	课程目标 1 课程目标 2
9.个人和团队	9.2 能够在从事材料新产品、新工艺或新技术的开发及应用的团队中独立或合作开展工作,并能够组织、协调和指挥团队开展工作。(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

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】

7. 有机化学实验室规则和要求。
8. 有机化学实验室安全知识。
9. 有机化学实验室常用玻璃仪器的认知和清洗。
10. 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 蒸馏和沸点的测定

【学习目标】学习测定沸点和蒸馏的意义；学会蒸馏装置的安装及操作方法；培养学生的实验观察能力及分析问题的初步能力。

【学习内容】

1. 蒸馏装置的组装，温度计的位置，冷凝水的流向，沸石的使用。
2. 用蒸馏法分离提纯液态有机混合物（乙醇和水的混合物）。
3. 测定有机化合物的沸点，并与文献值比较。

【重点】

1. 蒸馏法测定沸点的原理和方法。

【难点】

1. 蒸馏装置的组装和加热速度的控制。

【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. 理解蒸馏的含义，了解蒸馏操作分离有机物的适用范围。
2. 理解测定沸点的意义，学习常量法（即蒸馏法）测定沸点的原理和方法。
3. 掌握蒸馏装置的装配、拆卸和正确进行蒸馏的操作方法。

【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：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：蒸馏实验装置、电热套、升降台、铁架台等，药品试剂：乙醇、自来水等；④要求学生预习。

5. 课下思考题

(1) 什么叫沸点？液体的沸点和大气压有什么关系？

(2) 蒸馏时加入沸石的作用是什么？如果蒸馏前忘记加沸石，能否立即将沸石加至将近沸腾的液体中？当重新蒸馏时，用过的沸石能否继续使用？

(3) 在蒸馏装置中，把温度计水银球插至液面上或者在蒸馏头支管口上，是否正确？为什么？

(4) 当加热后有馏出液出来时，才发现冷凝管未通水，请问能否马上通水？如果不行，应怎么办？

实验项目三 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】

2. 萃取的原理。
3. 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？

实验项目四 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；学：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什么意义？
- (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？
- (3) 是否可以使用第一次测定熔点时已经熔化了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？

实验项目五 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 and 过程；培养学生实验观察能力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. R_f 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 (R_f) 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?

实验项目六 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？
- (2) 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？

实验项目七 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；培养学生实验观察能力和环保意识，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 CaCl_2 ？

实验项目八 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。

2. 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？

实验项目九 己二酸的制备

【学习目标】 学习环己醇氧化制备己二酸的原理和方法；熟悉搅拌、抽滤、结晶等操作技术；培养学生的环保意识和良好的实验习惯，倡导团队协作精神。

【学习内容】

1. 高锰酸钾氧化环己醇。
2. 热过滤，浓硫酸酸化。
3. 加热浓缩，冷却析晶，过滤。
4. 计算产率。

【重点】

1. 氧化环醇制二酸的原理和方法。

【难点】

1. 氧化反应速度的控制。

【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. 学习用高锰酸钾氧化环己醇制备己二酸的原理和方法。
2. 熟练掌握液体的搅拌、浓缩、过滤等基本操作。

【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：锥形瓶、温度计、布氏漏斗、吸滤瓶、真空泵、量筒等，材料试剂：环己醇、高锰酸钾、氢氧化钠、亚硫酸氢钠、浓硫酸、试纸、滤纸等；④要求学生预习。

5. 课下思考题

(1) 制备己二酸时，为什么必须严格控制滴加环己醇的速度和反应的温度？

(2) 用高锰酸钾法制备己二酸，怎样判断反应是否完全？若高锰酸钾过量将如何处理？

(3) 本实验得到的溶液为什么要用硫酸酸化？除用硫酸酸化外，是否还可
用其他酸酸化？

(4) 如产物中混有少量 MnO_2 ，怎样除去？

实验项目十 苯甲酸乙酯的制备

【学习目标】学习酯化反应合成苯甲酸乙酯的原理和方法；练习分水器的使用，加深对酯化反应原理的理解；培养学生实验观察能力和变化观念平衡思想。

【学习内容】

1. 安装带有分水器的回流实验装置。
2. 以浓硫酸做催化剂，环己烷做带水剂，利用苯甲酸和乙醇的酯化反应制备苯甲酸乙酯。
3. 粗产品的纯化，计算产率。

【重点】

1. 苯甲酸乙酯的制备。
2. 分水器的使用。

【难点】

1. 回流时温度和控制时间的控制（反应初期小火加热、反应终点的判断）。

【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. 掌握酯化反应原理及苯甲酸乙酯的制备方法。
2. 了解共沸蒸馏的基本原理。
3. 掌握分水器的使用方法，进一步巩固回流、萃取、干燥等基本操作。

【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：分水器、冷凝管、烧瓶、沸石、电热套等，药品试剂：苯甲酸、乙醇、环己烷、乙醚、碳酸钠等；④要求学生预习。
5. 课下思考题

- (1) 本实验采用何种措施提高酯的产率？
- (2) 浓硫酸的作用是什么？常用酯化反应的催化剂有哪些？
- (3) 在萃取和分液时，两相之间有时出现絮状物或乳浊液，难以分层，如何让解决？
- (4) 本实验中何种原料过量？为什么？为什么要加环己烷？

实验项目十一 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】

3. 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】

6. 实验属性：虚拟仿真实验。
7. 开出要求：必做。
8. 分组要求：1人1组。
9. 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。

10. 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 1、3	2
实验二 蒸馏和沸点的测定	线上预习+线上测试。 线下讲授+线下试验。	课程目标 1、2	3
实验三 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 1、2	3
实验四 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	3
实验五 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
实验六 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、3	8
实验七 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 1、2、3	6
实验八 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 1、2、3	6
实验九 己二酸的制备	线上预习+线上测试； 线下讲授+线下试验。	课程目标 1、2	3
实验十 苯甲酸乙酯的制备	线上预习+线上测试； 线下讲授+线下试验。	课程目标 1、2	6

实验十一 减压蒸馏	虚拟仿真+线上测试。	课程目标 1、3	2
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 有机化学实验的基础知识和相关理论 1.2 有机化学实验的基本操作技能 1.3 合成有机化合物的典型实验装置 1.4 代表性有机化合物的制备过程 1.5 实验操作的规范化程度	11. 课前预习 12. 线上测试 13. 实验操作 14. 期末现场考核
课程目标 2	2.1 实验室操作表现 2.2 实验报告的规范化程度	1. 实验报告 2. 实验操作
课程目标 3	3.1 实验现象、实验数据的记录 3.2 实验操作的表现	1. 实验报告 2. 实验操作 3. 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	4	6	9		35	54
课程目标 2			8	10		18
课程目标 3			8	5	15	28
合计	4	6	25	15	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 (50%) + 实验报告 (30%)

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. 萃取和洗涤的实验操作。
4. 固体有机化合物熔点的测定。
5. 薄层色谱分离菠菜色素的操作。
6. 茶叶中咖啡因的提取 (索氏提取, 升华)。
7. 1-溴丁烷的制备 (带尾气吸收的回流装置)。
8. 乙醚的制备 (低沸点易燃易爆有机物的蒸馏操作)。
9. 己二酸的制备原理和步骤。。
10. 苯甲酸乙酯的制备 (分水器的使用)。
11. 减压蒸馏的原理、操作及装置安装和拆卸。

期末成绩 (100%) = 现场操作考核成绩 (100%)

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（材料科学与工程）》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 年材料科学与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	实践教育课程	学时 /学分	32/1.0
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
课程负责人	王丽欣、许保恩、刘磊、徐元媛、董丽华、周娟		
大纲撰写人	王丽欣	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：

1. 能够借助文献查询、社会调查、实践、数学运算等环节，寻求材料领域复杂工程问题的解决方案，并对多种方案进行初步评价。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，加深对化工单元操作的理解，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。【毕业要求 4 研究】

2. 能对实验进行分析和评价，并且能够与团队成员进行有效沟通，共同完成实验操作。【毕业要求 9 个人和团队】

(四) 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	4.3 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。(H)	课程目标 1
9.个人和团队	9.1 能够与其他学科的成员有效沟通，合作共事。(M)	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 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.通过流动形态的变化，能对流体实际输送时的流动形态进行选择与评价。

【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_c 。
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】

采用现场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. 运用视频录像和现场观看，了解实验流程、掌握实验操作方法。
3. 通过观察实验现象，思考流动形态的区别及选择。

【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

4 人一组

4.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。

【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】

采用现场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，掌握伯努利方程中各项的意义。
2. 运用视频录像和现场观看，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。

【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

4 人一组

4.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。

【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】

采用现场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. 运用视频录像和现场观看，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

2.开出要求

必做

3.分组要求

4 人一组

4.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。

【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 、 q_e 。

【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】

采用现场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. 运用视频录像和现场观看，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

2.开出要求

必做

3.分组要求

4 人一组

4.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。

第五章 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。

【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】

采用现场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. 运用视频录像和现场观看，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
- 2.开出要求
必做
- 3.分组要求
4 人一组

4.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。

【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】

采用现场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. 运用视频录像和现场观看，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

2. 开出要求（如必做、选做等）

必做

3. 分组要求（如 1 人 1 组）

4 人一组

4. 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。

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。

【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】

采用现场讲解和学生自学、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. 运用视频录像和现场观看，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

2.开出要求（如必做、选做等）

必做

3.分组要求（如1人1组）

4人一组

4.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、现场指导	课程目标 1、2	3
第二章 伯努力实验	自学、小组实验、现场指导	课程目标 1、2	3
第三章 管道流体阻力实验	自学、小组实验、现场指导	课程目标 1、2	4

第四章 恒压过滤常数测定实验	自学、小组实验、现场指导	课程目标 1、2	4
第五章 气-汽对流传热综合实验装置	自学、小组实验、现场指导	课程目标 1、2	4
第六章 离心泵特性曲线的测定	自学、小组实验、现场指导	课程目标 1、2	4
第七章 流化床干燥	自学、小组实验、现场指导	课程目标 1、2	4
第八章 精馏塔数据采集和过程控制实验	自学、小组实验、现场指导	课程目标 1、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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>3 掌握离心泵特性曲线和管路特性曲线的测量方法。</p> <p>4 了解板框压滤机的构造、装置流程和实验操作方法。</p> <p>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。</p> <p>6 了解流体的流化态，掌握干燥速率的计算。</p> <p>7 熟悉板式精馏塔的操作方法，测定板式塔的全塔效率。</p> <p>8 观察流体流动的两种流动型态，了解流速的影响。</p> <p>9 了解动压能、冲压能之间的关系。</p>	<p>实验报告</p> <p>期末考试</p>

	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。	
课程目标 2	1 能对实验进行分析和评价，并且能够与团队成员进行有效沟通，共同完成实验操作。	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
	实验报告	期末考试	
课程目标 1	40	20	60
课程目标 2	40	0	40
合计	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%) = 线上理论考试 (60%) + 实验操作考试 (40%)

线上理论考试：学习通进行答题，系统自动给出成绩，满分为 100 分。

实验操作考试：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。

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 年材料科学与工程专业人才培养方案制定。

《材料制备实验》课程大纲

一、课程基本信息

课程名称	材料制备实验	课程代码	0708A02
课程类别	实验	学时/学分	32/1
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
课程负责人	张绍岩		
大纲撰写人	张绍岩	大纲审核人	崔文广
先修课程	有机化学实验、无机化学实验		
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.使学生了解材料制备的相关要素，通过实验培养严谨求实的科学态度和一丝不苟的科学精神，培养实践出真知的科学素养，树立为我国材料创新相关事业努力奋斗的理想信念，能结合安全、健康、法律、文化及环境等制约因素，进行材料产品或项目方案设计。通过独立研究、交流研讨具备沟通交流能力与合作精神，养成理论与实践相结合研究创新能力。【毕业要求 3 设计/开发解决方案】

2.通过实验课程的学习，使学生了解和掌握材料制备的基本原理，加深学生对材料制备技术的认识和理解，从而能够根据研究方案选择研究路线，设计实验方案，构建实验系统；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，培养学生的创新思维和综合应用能力。通过实验操作，让学生掌握实验室常用仪器的性能，并能安全地开展实验，正确地

采集实验数据。培养学生在实验中提出问题、分析问题、解决问题的能力。在做实验过程中，培养学生交流合作，虚心请教的学习习惯。使学生在科学实验基本技能方面得到初步的训练。【毕业要求 4 研究】

(五) 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	3.3 材料产品或项目方案设计中能够考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。(M)	课程目标 1
4.研究	4.2 能够根据研究方案选择研究路线，设计实验方案，构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据。(H)	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 有机玻璃的制备

【学习目标】

1.认知类目标：了解本体聚合的原理及特点，观察聚合过程中体系粘度的变化过程。

2.过程与方法类目标：掌握本体聚合的实施方法，学会运用理论知识分析及解决实际工程问题；

3.情感、态度、价值观类目标：培养学生树立严谨的科研精神和实事求是的科研态度。

【学习内容】

1. 本体聚合的原理。
2. 本体聚合的特点。
3. 有机玻璃制备过程。
4. 反应中各条件参数对产物的影响关系。
5. 制模脱模过程。

【重点】

1. 有机玻璃制备过程。

2. 本体聚合的原理。

【难点】

1. 本体聚合过程的特点。
2. 制备条件的确定。

【实施方式】

3. 讲授+实验。

【实验要求】

1. 实验属性：综合性实验
2. 开出要求：7个实验选做4个
3. 分组要求：2-4人1组
4. 实验准备：①仪器设备：恒温槽、量筒、三角瓶，药品试剂：甲基丙烯酸甲酯、过氧化二苯甲酰、邻苯二甲酸二甲酯；②要求学生预习；③要求实验结束整理实验室卫生。

5. 课下思考题

- (1) 本体聚合与其他聚合方式相比有何特点？
- (2) 在合成有机玻璃时，采用预聚制浆的目的何在？

实验项目二 聚乙烯醇缩甲醛的制备

【学习目标】

1. 认知类目标：了解聚乙烯醇缩甲醛的制备的原理及特点，了解反应条件对产物的影响关系。

2. 过程与方法类目标：掌握聚乙烯醇缩甲醛的实施方法，学会运用理论知识分析及解决实际问题；

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生树立绿色发展观和科学发展观。

【学习内容】

1. 聚乙烯醇缩甲醛的反应原理。
2. 聚乙烯醇缩甲醛的实验技术。
3. 缩醛化反应参数的选定及优化。

【重点】

1. 缩醛化实验技术。
2. 聚乙烯醇缩甲醛的反应原理。

【难点】

1. 缩醛化机理。
2. 反应条件对产物影响关系的作用机理。

【实施方式】

4. 讲授+实验。

【实验要求】

2. 实验属性：综合性实验
2. 开出要求：7个实验选做4个
3. 分组要求：2-4人1组
4. 实验准备：①仪器设备：恒温水浴、搅拌器、三口烧瓶、球形冷凝管、温度计、天平、量筒等，药品试剂：聚乙烯醇、氢氧化钠、甲醇、蒸馏水；②要求学生预习；③要求实验结束整理实验室卫生。
5. 课下思考题
 - (1) 缩醛化反应机理是什么？
 - (2) 催化剂的作用是什么？
 - (3) 影响本实验的因素主要有哪些

实验项目三 丙烯酰胺的溶液聚合

【学习目标】

1. 认知类目标：理解溶液聚合的原理及特点，学会如何正确选择溶剂。
2. 过程与方法类目标：掌握溶液聚合的实施方法，学会运用理论知识分析及解决实际问题；
3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生树立面向国家重大需求的使命与担当。

【学习内容】

1. 溶液聚合的原理。
2. 溶液聚合的特点。
3. 丙烯酰胺溶液聚合的具体操作。
4. 溶液聚合中溶剂的选择原理。

【重点】

1. 溶液聚合的原理。

2. 丙烯酰胺溶液聚合的实施方法。

【难点】

1. 溶液聚合中溶剂的选择方法。
2. 聚合实验中各反应数对产物的影响。

【实施方式】

1. 讲授+实验。

【实验要求】

1. 实验属性：综合性实验
2. 开出要求：7个实验选做4个
3. 分组要求：2-4人1组
4. 实验准备：①仪器设备：三口瓶，球形冷凝管，温度计，药品试剂：丙烯酰胺，甲醇，过硫酸钾；②要求学生预习；③要求实验结束整理实验室卫生。
5. 课下思考题
 - (1) 选择溶剂时应注意哪些问题？
 - (2) 什么是絮凝剂？

实验项目四 苯乙烯悬浮聚合

【学习目标】

1. 认知类目标：熟悉悬浮聚合的反应原理；掌握悬浮聚合反应中各组分的作
用。
2. 过程与方法类目标：熟练掌握悬浮聚合反应操作过程。学会运用理论知识
分析及解决实际问题；
3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生树立面向国家重大需求的使命与担
当。

【学习内容】

1. 悬浮聚合的反应原理。
2. 悬浮聚合反应中各组分的作
用。
3. 聚合实验基本操作及聚合工艺特点。
4. 聚苯乙烯单体在聚合反应上的特性。

【重点】

1. 苯乙烯悬浮聚合的反应原理及参数调控。
2. 悬浮聚合实验操作过程。

【难点】

1. 悬浮聚合的反应原理。
2. 分散剂、升温速度、搅拌速度对悬浮聚合的重要性。

【实施方式】

1. 讲授+实验。

【实验要求】

1. 实验属性：综合性实验
2. 开出要求：7个实验选做4个
3. 分组要求：2-4人1组
4. 实验准备：①仪器设备：天平、搅拌器、水浴锅、抽滤装置，药品试剂：苯乙烯单体、引发剂、分散剂；②要求学生预习；③要求实验结束整理实验室卫生。

5. 课下思考题

- (1) 哪些反应条件会影响到产物的粒径？
- (2) 如何确定最优合成条件？

实验项目五 球磨法制备陶瓷粉体

【学习目标】

1. 认知类目标：熟悉球磨机的结构，掌握球磨机制备粉体材料的实验原理及性能特点。
2. 过程与方法类目标：熟练球磨机的使用方法；理解各类反应条件对粉粒径的影响关系。学会运用理论知识分析及解决实际问题。
3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生热爱专业、致力于建设祖国的使命感和吃苦耐劳的作风，使学生真正成为德才兼备的人才。

【学习内容】

1. 球磨机的结构。
2. 球磨机的工作原理。
3. 球磨过程中各类反应参数对产物的影响。
4. 球磨机的使用方法。

5. 球磨机的性能特点。

【重点】

1. 球磨机制备陶瓷粉体的原理。
2. 球磨机的正确使用。

【难点】

1. 球磨条件的确定。
2. 球磨中各类条件对材料粒度的影响关系的理解。

【实施方式】

1. 讲授+实验。

【实验要求】

1. 实验属性：综合性实验
2. 开出要求：7 个实验选做 4 个
3. 分组要求：2-4 人 1 组
4. 实验准备：①仪器设备：电子天平，球磨机，球磨罐、球磨介质，药品试剂：陶瓷原料；②要求学生预习；③要求实验结束整理实验室卫生。
5. 课下思考题
 - (1) 哪些球磨条件会影响到产物的粒径？
 - (2) 球磨法具有哪些优点和缺点？

实验项目六 固相法制备氧化铝粉体

【学习目标】

1. 认知类目标：掌握固相法制备氧化铝实验原理及反应过程；熟悉 X 射线衍射分析测试方法基本原理。
2. 过程与方法类目标：熟练掌握固相法的基本操作及高温电阻炉的使用；熟悉 X 射线衍射仪的操作；学会运用理论知识分析及解决实际问题。
3. 情感、态度、价值观类目标：帮助学生深刻认识科学技术才是第一生产力，激励学生投身我国材料创新与制造行业。

【学习内容】

1. 固相合成法的基本原理和特点；
2. 固相法基本操作。
3. 高温电阻炉的使用方法。

4. X 射线衍射分析。

【重点】

1. 固相法的基本操作。
2. 高温电阻炉的使用。

【难点】

1. 固相法制备 Al_2O_3 的原理。
2. XRD 对样品组分的分析。

【实施方式】

1. 讲授+实验。

【实验要求】

1. 实验属性：综合性实验
2. 开出要求：7 个实验选做 4 个
3. 分组要求：2-4 人 1 组
4. 实验准备：①仪器设备：天平，高温炉，烘箱，x-射线衍射仪，陶瓷研钵，坩埚。药品试剂：硝酸铝，碳酸氢铵；②要求学生预习；③要求实验结束整理实验室卫生。

5. 课下思考题

- (1) 哪些反应条件会影响到产物的组成？
- (2) 煅烧温度不同会对产物产生哪些影响？

实验项目七 羟基磷灰石生物陶瓷的合成

【学习目标】

1. 认知类目标：掌握羟基磷灰石的基本性质、用途，掌握沉淀法制备羟基磷灰石粉体的实验原理。
2. 过程与方法类目标：掌握沉淀法制备羟基磷灰石粉体的基本操作，能熟练使用相关仪器设备。学会运用理论知识分析及解决实际问题。
3. 情感、态度、价值观类目标：帮助学生深刻认识科学技术才是第一生产力，激发学生面向我国材料行业重大需求，积极投身材料行业，致力于材料创新研究、生产的热情。

【学习内容】

1. 沉淀法制备羟基磷灰石粉体的反应机理。

2. 沉淀法制备羟基磷灰石粉体的基本操作。
3. 羟基磷灰石粉体的基本性质。
4. 高温煅烧的基本操作。

【重点】

1. 沉淀法制备羟基磷灰石的基本操作。
2. 高温煅烧过程的操作。

【难点】

1. 沉淀法制备羟基磷灰石粉体的反应机理。
2. 对合成条件、煅烧温度等反应参数的设计。

【实施方式】

1. 讲授+实验。

【实验要求】

1. 实验属性：综合性实验
2. 开出要求：7 个实验选做 4 个
3. 分组要求：2-4 人 1 组
4. 实验准备：①仪器设备：电子天平、搅拌器、烘箱、高温电阻炉；硝酸钙、磷酸氢铵，蒸馏水氨水；②要求学生预习；③要求实验结束整理实验室卫生。
5. 课下思考题
 - (1) 高温煅烧的作用是什么？
 - (2) 反应过程中哪些反应参数会影响产物的粒度？

(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 有机玻璃的制备	讲授+实验	课程目标 1、2	8
实验二 聚乙烯醇缩甲醛的制备	讲授+实验	课程目标 1、2	8
实验三 丙烯酰胺的溶液聚合	讲授+实验	课程目标 1、2	8
实验四 苯乙烯悬浮聚合	讲授+实验	课程目标 1、2	8
实验五 球磨法制备陶瓷粉体	讲授+实验	课程目标 1、2	8
实验六 固相法制备氧化铝粉体	讲授+实验	课程目标 1、2	8

实验七 羟基磷灰石生物陶瓷的合成	讲授+实验	课程目标 1、2	8
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 实验室过程表现	4. 实验报告 5. 实验操作 6. 理论考核 7. 期末现场考核
课程目标 2	2.1 实验仪器的基本操作技能 2.2 对仪器结构及原理的掌握程度 2.3 实验操作的规范化程度 2.4 实验报告的规范化程度 2.5 操作过程中对反常实验现象的分析和应对	15. 课前预习 16. 实验报告 17. 实验操作 18. 期末理论考核 19. 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
	预习实验	实验操作	实验报告	期末考试	
课程目标 1	5	15	10	10	45
课程目标 2	5	15	10	30	55
合计	10	30	20	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%)+实验操作(50%)+实验报告(40%)

考核方式：实验预习、实验操作、实验报告等。

实验预习：本项包含考勤，要求每位学生准时进入实验室，并做好实验内容预习情况，提前熟悉仪器构造、工作原理、实验步骤，了解不同仪器的应用范围及性能特点。

实验操作：要求每位学生实验过程中操作规范，其中包括熟悉仪器的性能特点、组成结构，操作熟练，掌握仪器参数设置方法，实验记录准确、详细等方面；实验完毕仪器的清洗和整理。

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：主要考核对仪实验理论、基本知识、仪器构造、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（从中选取四项）：

- (1)有机玻璃的制备
- (2)聚乙烯醇缩甲醛的制备
- (3)丙烯酰胺的溶液聚合
- (4)苯乙烯悬浮聚合
- (5)球磨法制备陶瓷粉体
- (6)固相法制备氧化铝粉体
- (7)羟基磷灰石生物陶瓷的合成

期末成绩（100%）=实验操作（70%）+回答问题（30%）

考核方式：现场操作考核、理论考核。

现场操作考核成绩评定：按《材料制备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）

1. 李英、梁惠霞、李中秋、张绍岩：《材料科学与工程材料制备实验讲义》，自编，2020年版。

（二）相关推荐书目

- 1.刘建平主编：《高分子科学与材料工程实验》，化学工业出版社，2009版；
- 2.伍洪标主编：《无机非金属材料实验》，化学工业出版社，2002年版。

(三) 课程资源

1. 中国大学慕课《材料综合实验》 上海交通大学

网址：<https://www.icourse163.org/course/SJTU-1449795173>

主讲人：陈秋龙、周伟敏等

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据 2023 年材料科学与工程专业人才培养方案制定。

《材料现代研究方法实验》课程大纲

一、课程基本信息

课程名称	材料现代研究方法实验	课程代码	0708D25
课程类别	实验	学时 /学分	32 /1
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
课程负责人	李中秋		
大纲撰写人	李中秋	大纲审核人	崔文广
先修课程	《高等数学》《大学物理 B》《材料科学基础》《材料现代研究方法》		
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，使学生了解和掌握材料研究方法实验的基本原理和测试方法，从而加深学生对材料科学基础理论的认识和理解，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，培养学生的创新思维和综合应用能力。通过实验，让学生掌握材料现代分析仪器的正确操作方法，并学会制备相关实验样品。培养学生在实验中提出问题、分析问题、解决问题的能力。在做实验过程中，培养学生交流合作，虚心请教的学习习惯。使学生在现代分析仪器的基本技能方面得到初步的训练。

2、使学生了解材料现代研究方法实验的相关要素，通过实验培养科学态度、科学方法和科学精神，培养实践出真知的科学素养。

3、让学生了解材料测试技术的前沿理论，应用前景及发展动态，进行学习和职业生涯规划。培养学生的探索精神和创新意识，使学生的知识、能力、素质协调发展。为学生今后进一步自主学习专业知识，适应新理论、新技术、新工艺、新材料的发展，参与高新技术研究开发，承担技术领导和管理工作打好必要的理论和技术基础。

(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	4.3 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。(H)	课程目标 1 课程目标 2
5.使用现代工具	5.1 了解专业常用的成型和分析设备、信息技术工具、工程制图和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。(M)	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3
12.终身学习	12.2 具有自主学习的能力，包括对材料领域技术问题的理解能力，归纳总结的能力，提出问题的能力及了解和跟踪材料专业学科发展趋势的能力。(L)	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

【学习目标】

1. 认知类目标：使学生了解和掌握材料现代研究方法各实验的基本原理和测试技术，从而加深学生对材料科学基础理论的认识和理解。逐步学会常用的材料现代研究方法，掌握材料现代测试仪器的使用方法，同时掌握常用的样品制备技术，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】

(1) 有机化合物的紫外吸收光谱及溶剂的性质对吸收光谱的影响(3 学时)

- (2) 红外光谱测定有机化合物的结构 (3 学时)
- (3) 分子荧光法测定奎宁的含量 (3 学时)
- (4) X 射线分析 (3 学时)
- (5) 火焰原子吸收光谱法灵敏度和自来水中钙、镁的测定 (3 学时)
- (6) 热分析实验 (3 学时)
- (7) 扫描电镜 (3 学时)
- (8) 粉体综合性能分析 (3 学时)
- (9) 高效液相色谱分析 (4 学时)
- (10) 金相显微分析 (4 学时)

3.重点: 重点掌握各种材料分析仪器的基本操作方法和实验数据的处理方法, 掌握仪器主要操作参数及其对分析结果的影响。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: 以验证性为主的实验, 应用综合实验方法和技能系统研究材料的力学和热学性能, 研究材料的结构、相组成、微观形貌的测试技术, 培养学生发现、分析、处理和解决实际问题的能力。

【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. 分组要求:4 人 1 组

3. 实验准备:老师提前将实验设备调整完好, 要求学生提前做好实验预习。

4.其他要求: 注重理论教学与实践教学相结合、针对劳动新形态, 结合课程实际在课程目标、课程内容和课堂教学中有机融入劳动教育内容, 拓宽劳动实践渠道, 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) 有机化合物的紫外吸收光	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	3

谱及溶剂的性质对吸收光谱的影响			
(2) 红外光谱测定有机化合物的结构	课堂讲授、小组实验	课程目标 2、3	3
(3) 分子荧光法测定奎宁的含量适当组合实验	课堂讲授、小组实验	课程目标 2、3	3
(4) X 射线分析	课堂讲授、小组实验	课程目标 2、3	3
(5) 火焰原子吸收光谱法灵敏度和自来水中钙、镁的测定	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	3
(6) 热分析实验	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	3
(7) 扫描电镜	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	3
(8) 粉体综合性能分析	课堂讲授、小组实验	课程目标 2、3	3
(9) 高效液相色谱分析	课堂讲授、小组实验	课程目标 2、3	4
(10) 金相显微分析	课堂讲授、小组实验	课程目标 1、2	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	随堂表现	1.课堂出勤率 2.上课表现
课程目标 2	全部 10 个实验项目	1.预习实验讲义 2.上课表现
课程目标 3	全部 10 个实验项目	1. 课堂操作 2. 上课表现 3. 期末考试

(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)预习实验讲义10分

(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30分

(3) 实验中观察、提出问题，实验数据记录合理20分

(4) 实验报告书写规范、分析合理40分

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
	预习实验	实验操作	实验报告	期末考试	
课程目标 1	3	6	6	6	21
课程目标 2	3	12	6	22	43
课程目标 3		12	12	12	36
合计	6	30	24	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%）+ 实验操作（50%）+实验报告（40%）

（三）期末成绩评定

期末成绩（100%）=实验操作（70%）+回答问题（30%）

考核方式：现场操作考核、理论考核。

现场操作考核成绩评定：按《材料现代研究方法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）实验指导书

自编教材。

（二）相关推荐书目

1. 高里存、任耘编著：《无机非金属材料实验技术》，冶金工业出版社，2007年版；
2. 谷春秀主编：《化学分析与仪器分析实验》，化学工业出版社，2012年版；
3. 王亦军、吕海涛主编：《仪器分析实验》，化学工业出版社，2009年版；
4. 张宗培主编：《仪器分析实验》，郑州大学出版社，2009年版；

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据 2023 年材料科学与工程专业人才培养方案制定。

《材料加工与性能测试实验 1》课程大纲

一、课程基本信息

课程名称	材料加工与性能测试 实验 1	课程代码	0708A03
课程类别	实验	学时/学分	64/2
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
课程负责人	崔文广、李英、李中秋、张绍岩、梁惠霞		
大纲撰写人	赵娜	大纲审核人	崔文广
先修课程	先修《高分子物理》、《高分子化学》、《聚合物加工工程》、 《材料现代研究方法》、《高分子材料加工助剂》、《材料工 程基础》、《无机非金属材料工学》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

该课程是材料科学与工程专业一门重要的实践课程,要求学生在完成相关理论课学习的基础上,通过实验巩固和加深对材料基本概念、加工原理和材料性能的理解,对所学专业知 识形成系统的感性认识,并进一步深化理解。本课程精选了一些典型的材料加工和性能测试实验,旨在经过此环节的训练,加强学生的动手能力,使学生掌握本专业的一些专业实验技能,初步具备材料设计的能力和分 析解决问题的能力,为今后的所从事的工作打下一个较为扎实的基础。

通过实验,使学生进一步理解和巩固材料科学与工程专业的相关基础理论,掌握材料生产中典型实验的操作方法和操作技能,培养学生严谨的科学研究态度

和独立分析问题和解决问题的能力、数据处理和实验研究能力。注重对学生进行实验研究方法 with 实验技能的培养和训练。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1、使学生了解专业实验中涉及到的材料加工工艺流程，掌握实验设备的特点、性能和基本操作。了解设备常见故障的判断和处理方法。

2、引导学生结合专业课程课堂教学内容分析实验现象，并预测参数变化对加工过程和材料性能的影响，使学生牢固掌握材料专业理论知识。

3、培养学生理论联系实际的能力，使学生在理论指导下学习材料加工设备的操作方法，利用现有设备完成指定的实验任务。

4、培养学生初步具备利用实验设备进行研究和开发的能力。帮助学生逐步掌握工程问题的实验研究方法。

5、培养学生严肃认真、实事求是的科学态度和工作作风，培养学生的创新思维和综合应用能力，培养学生节约资源和保护环境意识。培养学生在实验中提出问题、分析问题、解决问题的能力。在做实验过程中，培养学生交流合作，虚心请教的学习习惯。

6、通过实验培养科学态度、科学方法和科学精神，培养实践出真知的科学素养。通过独立研究、交流研讨具备沟通交流能力与小组团队合作精神，养成理论与实践相结合的研究创新能力，养成认真、求实、勤奋的优良作风。

(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	3.3 材料产品或项目方案设计中能够考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。(H)	课程目标 1
4. 研究	4.2 能够根据研究方案选择研究路线，设计实验方案，构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据。(M)	课程目标 2
4. 研究	4.3 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。(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

【学习目标】

1. 认知类目标：使学生了解专业实验中涉及到的材料加工工艺流程，掌握实验设备的特点、性能和基本操作。了解设备常见故障的判断和处理方法。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：引导学生结合理论知识分析实验现象，并预测参数变化对加工过程和材料性能的影响，使学生巩固材料专业理论知识。培养学生初步具备利用实验设备进行研究和开发的能力，帮助学生逐步掌握工程问题的实验研究方法。

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生严肃认真、实事求是的科学态度和工作作风、创新思维和综合应用能力及节约资源和保护环境意识。引导学生在实验中提出问题、分析问题、解决问题。培养学生交流合作的能力和团队合作精神。

【学习内容】

1. 实验项目

- (1) 热塑性塑料挤出造粒实验（4 学时）
- (2) 热塑性塑料注塑成型实验（5 学时）
- (3) 高分子材料维卡软化点温度的测定（4 学时）
- (4) 高分子材料热变形温度的测定（4 学时）
- (5) 黏度法测定聚合物的分子量（5 学时）
- (6) 高聚物熔融指数的测定（4 学时）
- (7) 塑料材料冲击性能的测定（4 学时）
- (8) 塑料材料拉伸性能测试（4 学时）
- (9) 塑料材料弯曲性能测试（4 学时）
- (10) 测试试样的制备实验（4 学时）
- (11) 造粒与干压成型（4 学时）
- (12) 陶瓷浆料的制备（4 学时）
- (13) 陶瓷的注浆成型（5 学时）

(14) 气硬性胶凝材料性能的测定 (4 学时)

(15) 混凝土拌合物性能的测定 (5 学时)

2.重点: 了解各个专业实验操作的原理、实验流程。掌握材料加工及性能测试设备的特点、性能和基本操作,了解仪器常见故障的判断和处理方法。掌握处理实验数据的方法。

3.难点: 材料加工及性能测试设备的操作,常见故障的判断和处理方法,实验数据的处理及实验结果分析与讨论。

【实施方式】

理论讲授+实验操作。

【实验要求】

1.实验属性:综合性实验

2.开出要求:必做实验 15 个

3.分组要求:2-4 人 1 组

4.实验准备:老师提前将实验设备调整完好,要求学生提前做好实验预习。

5.其他要求:

(1) 自觉遵守实验室各项规章制度。

(2) 实验前,认真预习实验讲义,了解实验目的、原理和内容,初步掌握实验的大致步骤、主要设备、实验方法和数据处理方法。写出预习报告,并经指导老师检查认可。

(3) 进入实验室后,详细了解实验装置的结构、流程、仪器仪表使用方法、操作步骤及注意事项,严格按操作规程实用实验设备。

(4) 实验过程中,小组成员分工合作、互相配合。要认真记录原始实验数据,操作中能进行理论联系实际思考。对实验中出现的各种现象能够结合理论知识加以分析,对测得的实验数据要考虑是否合理。

(5) 实验结束后,实验原始数据记录须经指导老师认可,并对实验设备和实验室进行复原整理。

(6) 认真处理实验数据,按要求编写实验报告。

(二) 课程学习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) 热塑性塑料挤出造粒实验 (2) 热塑性塑料注塑成型实验 (4) 高分子材料热变形温度的测定 (6) 高聚物熔融指数的测定 (7) 塑料材料冲击性能的测定 (8) 塑料材料拉伸性能测试 (9) 塑料材料弯曲性能测试 以上实验的理论解释部分	课堂讲授	课程目标 1	7
(1) 热塑性塑料挤出造粒实验 (2) 热塑性塑料注塑成型实验 (4) 高分子材料热变形温度的测定 (6) 高聚物熔融指数的测定 (7) 塑料材料冲击性能的测定 (8) 塑料材料拉伸性能测试 (9) 塑料材料弯曲性能测试 以上实验的实验操作部分	课堂讲授、小组实验	课程目标 2、3	22
(3) 高分子材料维卡软化点温度的测定 (5) 黏度法测定聚合物的分子量 (10) 测试试样的制备实验 (11) 造粒与干压成型 (12) 陶瓷浆料的制备 (13) 陶瓷的注浆成型 (14) 气硬性胶凝材料性能的测定 (15) 混凝土拌合物性能的测定	课堂讲授、小组实验	课程目标 2、3	35
合计			64

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.课堂出勤率 2.上课表现 3.实验报告
课程目标 2	15 个实验项目	1.课堂出勤率 2.上课表现 3.实验报告
课程目标 3	15 个实验项目	1.课堂出勤率 2.上课表现 3.实验报告 4.实验现场考试

(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) 考勤情况30分

(2) 预习实验讲义，具有一定的实验操作动手能力，实验态度认真，能够完成规定实验内容，实验数据记录合理20分

(3) 实验报告书写规范、分析合理50分

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
	考勤情况	实验报告	预习实验、实验 操作和记录	期末考试	
课程目标 1	4.86	8.1	3.24	10.8	27
课程目标 2	6.3	10.5	4.2	14	35
课程目标 3	6.84	11.4	4.56	15.2	38
合计	18	30	12	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%）=考勤情况（30%）+ 实验报告（50%）+ 预习实验、实验操作和记录（20%）

（三）期末成绩评定

期末成绩（100%）=实验操作（70%）+回答问题（30%）

考核方式：现场操作考核、理论考核。

现场操作考核成绩评定：按《材料加工与性能测试实验 1 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）实验指导书

材料科学与工程教研室编写，《材料科学与工程专业实验讲义》。

（二）相关推荐书目

1. 刘建平主编：《高分子科学与材料工程实验》，化学工业出版社，2009年。
2. 伍洪标主编：《无机非金属材料实验》，化学工业出版社，2002年。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据 2023 年材料科学与工程专业人才培养方案制定。

《材料加工与性能测试实验 2》课程大纲

一、课程基本信息

课程名称	材料加工与性能测试实验 2	课程代码	0708A04
课程类别	实验	学时/学分	64/2
开课单位	化工学院	适用专业	材料科学与工程
课程负责人	崔文广、李英、李中秋、张绍岩、梁惠霞、胡江浦、赵娜		
大纲撰写人	赵娜	大纲审核人	崔文广
先修课程	先修《高分子物理》、《高分子化学》、《聚合物加工工程》、《材料现代研究方法》、《高分子材料加工助剂》、《材料工程基础》、《无机非金属材料工学》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

该课程是材料科学与工程专业一门重要的实践课程,要求学生在完成相关理论课学习的基础上,通过实验巩固和加深对材料基本概念、加工原理和材料性能的理解,对所学专业知 识形成系统的感性认识,并进一步深化理解。本课程精选了一些典型的材料加工和性能测试实验,旨在经过此环节的训练,加强学生的动手能力,使学生掌握本专业的一些专业实验技能,初步具备材料设计的能力和 分析解决问题的能力,为今后的所从事的工作打下一个较为扎实的基础。

通过实验,使学生进一步理解和巩固材料科学与工程专业的相关基础理论,掌握材料生产中典型实验的操作方法和操作技能,培养学生严谨的科学研究态度

和独立分析问题和解决问题的能力、数据处理和实验研究能力。注重对学生进行实验研究方法 with 实验技能的培养和训练。

通过本课程的学习，使学生达到以下目标：

1、使学生了解专业实验中涉及到的材料加工工艺流程，掌握实验设备的特点、性能和基本操作。了解设备常见故障的判断和处理方法。

2、引导学生结合专业课程课堂教学内容分析实验现象，并预测参数变化对加工过程和材料性能的影响，使学生牢固掌握材料专业理论知识。

3、培养学生理论联系实际的能力，使学生在理论指导下学习材料加工设备的操作方法，利用现有设备完成指定的实验任务。

4、培养学生初步具备利用实验设备进行研究和开发的能力，帮助学生逐步掌握工程问题的实验研究方法。

5、培养学生严肃认真、实事求是的科学态度和工作作风，培养学生的创新思维和综合应用能力，培养学生节约资源和保护环境意识。培养学生在实验中提出问题、分析问题、解决问题的能力。在做实验过程中，培养学生交流合作，虚心请教的学习习惯。

6、通过实验培养科学态度、科学方法和科学精神，培养实践出真知的科学素养。通过独立研究、交流研讨具备沟通交流能力与小组团队合作精神，养成理论与实践相结合的研究创新能力，养成认真、求实、勤奋的优良作风。

（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	3.3 材料产品或项目方案设计中能够考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。(H)	课程目标 1
4. 研究	4.2 能够根据研究方案选择研究路线，设计实验方案，构建实验系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据。(M)	课程目标 2
4. 研究	4.3 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。(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

【学习目标】

1. 认知类目标：使学生了解专业实验中涉及到的材料加工工艺流程，掌握实验设备的特点、性能和基本操作。了解设备常见故障的判断和处理方法。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：引导学生结合理论知识分析实验现象，并预测参数变化对加工过程和材料性能的影响，使学生巩固材料专业理论知识。培养学生初步具备利用实验设备进行研究和开发的能力，帮助学生逐步掌握工程问题的实验研究方法。

3. 情感、态度、价值观类目标：培养学生严肃认真、实事求是的科学态度和工作作风、创新思维和综合应用能力及节约资源和保护环境意识。引导学生在实验中提出问题、分析问题、解决问题。培养学生交流合作的能力和团队合作精神。

【学习内容】

1.实验项目

- (1) 橡胶的混炼与成型实验（4 学时）
- (2) 橡胶的硫化实验（5 学时）
- (3) 塑料的吹塑成型实验（5 学时）
- (4) 聚物流动性能测定（4 学时）
- (5) 高分子材料的水平垂直燃烧性能测定（4 学时）
- (6) 塑料材料摩擦磨损性能测试（3 学时）
- (7) 高分子材料氧指数测定（4 学时）
- (8) 塑料硬度的测定（4 学时）
- (9) 橡胶的硫化特性实验（4 学时）
- (10) 橡胶门尼粘度的测定（4 学时）
- (11) 粒度及粒径分布的测定（4 学时）
- (12) 无机材料机械强度的测定（4 学时）
- (13) 水泥胶沙流动度的测定（4 学时）

(14) 陶瓷材料密度的测定 (4 学时)

(15) 陶瓷粉体的真密度测定 (4 学时)

(16) 材料的色度测定 (3 学时)

2.重点: 了解各个专业实验操作的原理、实验流程。掌握材料加工及性能测试设备的特点、性能和基本操作,了解仪器常见故障的判断和处理方法。掌握处理实验数据的方法。

3.难点: 材料加工及性能测试设备的操作,常见故障的判断和处理方法,实验数据的处理及实验结果分析与讨论。

【实施方式】

理论讲授+实验操作。

【实验要求】

1.实验属性:综合性实验

2.开出要求:必做实验 16 个

3.分组要求:2-4 人 1 组

4.实验准备:老师提前将实验设备调整完好,要求学生提前做好实验预习。

5.其他要求:

(1) 自觉遵守实验室各项规章制度。

(2) 实验前,认真预习实验讲义,了解实验目的、原理和内容,初步掌握实验的大致步骤、主要设备、实验方法和数据处理方法。写出预习报告,并经指导老师检查认可。

(3) 进入实验室后,详细了解实验装置的结构、流程、仪器仪表使用方法、操作步骤及注意事项,严格按操作规程实用实验设备。

(4) 实验过程中,小组成员分工合作、互相配合。要认真记录原始实验数据,操作中能进行理论联系实际思考。对实验中出现的各种现象能够结合理论知识加以分析,对测得的实验数据要考虑是否合理。

(5) 实验结束后,实验原始数据记录须经指导老师认可,并对实验设备和实验室进行复原整理。

(6) 认真处理实验数据,按要求编写实验报告。

(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
(2) 橡胶的硫化实验 (3) 塑料的吹塑成型实验 (5) 高分子材料的水平垂直燃烧性能测定 (7) 高分子材料氧指数测定 (12) 无机材料机械强度的测定 (13) 水泥胶沙流动度的测定 以上实验的理论解释部分	课堂讲授	课程目标 1	6
(2) 橡胶的硫化实验 (3) 塑料的吹塑成型实验 (5) 高分子材料的水平垂直燃烧性能测定 (7) 高分子材料氧指数测定 (12) 无机材料机械强度的测定 (13) 水泥胶沙流动度的测定 以上实验的实验操作部分	课堂讲授、 小组实验	课程目标 2、3	20
(1) 橡胶的混炼与成型实验 (4) 聚物流动性能测定 (6) 塑料材料摩擦磨损性能测试 (8) 塑料硬度的测定 (9) 橡胶的硫化特性实验 (10) 橡胶门尼粘度的测定 (11) 粒度及粒径分布的测定 (14) 陶瓷材料密度的测定 (15) 陶瓷粉体的真密度测定 (16)	课堂讲授、 小组实验	课程目标 2、3	38
合计			64

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.课堂出勤率 2.上课表现 3.实验报告
课程目标 2	16 个实验项目	1.课堂出勤率 2.上课表现 3.实验报告
课程目标 3	16 个实验项目	1.课堂出勤率 2.上课表现 3.实验报告 4.实验现场考试

(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) 考勤情况30分

(2) 预习实验讲义，具有一定的实验操作动手能力，实验态度认真，能够完成规定实验内容，实验数据记录合理20分

(3) 实验报告书写规范、分析合理50分

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
	考勤情况	实验报告	预习实验、实验 操作和记录	期末考试	
课程目标 1	5.22	8.7	3.48	11.6	29
课程目标 2	6.3	10.5	4.2	14	35
课程目标 3	6.48	10.8	4.32	14.4	36
合计	18	30	12	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%）=考勤情况（30%）+ 实验报告（50%）+ 预习实验、实验操作和记录（20%）

（三）期末成绩评定

期末成绩（100%）=实验操作（70%）+回答问题（30%）

考核方式：现场操作考核、理论考核。

现场操作考核成绩评定：按《材料加工与性能测试实验 2 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）实验指导书

材料科学与工程教研室编写，《材料科学与工程专业实验讲义》。

（二）相关推荐书目

1. 刘建平主编：《高分子科学与材料工程实验》，化学工业出版社，2009年。
2. 伍洪标主编：《无机非金属材料实验》，化学工业出版社，2002年。

七、课程大纲制定依据

本课程大纲依据 2023 年材料科学与工程专业人才培养方案制定。