

《(能源化学工程)专业实验 ((Energy chemical engineering) Specialty Experiment) 》教学大纲

制定时间: 2025 年 3 月

一、课程基本信息

(一) 适用专业: 能源化学工程

(二) 课程代码: 3HG1013C

(三) 学分/课内学时: 2 学分/32 学时

(四) 课程类别: 专业教育

(五) 课程性质: 必修/实验课

(六) 先修课程: 《化工原理》、《化学反应工程》、《煤化学》、《煤化工工艺学》、《物理化学》、《电化学原理》、《电化学测试技术》、《应用电化学》

(七) 后续课程: 《毕业设计(论文)》等

二、课程教学目标

《(能源化学工程)专业实验》是本科能源化学工程专业学生在专业基础课、部分专业课后进行的一项重要的独立性实践课程。

课程主要设置三部分实验: (1) 煤的工业分析; (2) 反应工程及热力学知识; (3) 电化学实验。基本要求是引导学生深入思考与实验现象及模拟仿真有关的一些问题, 着力培养学生观察实验、综合考虑问题的能力, 使学生学会分析和研究问题的方法。

本课程的教学对强化学生的化工原理理论知识, 能运用煤化工知识, 巩固电化学有关理论、实验方法和实验技术相关知识, 能识别现场化工控制特点和新能源发展方向, 培养学生分析和解决实际问题的能力具有重要作用。同时, 注重科研、智能训练, 开拓创新意识培养, 为专题综合应用实验和科研工作打下必要的基础。支撑毕业要求中的相应指标点, 课程目标及能力要求具体如下:

(一) 具体目标

目标 1: 能运用正确设计实验(选择实验方法、实验条件、仪器和试剂等)解决实际问题的能力, 具备回归分析、假设检验、方差分析及规范撰写报告的能力。

目标 2: 能够认真观察实验现象并详细记录, 采用数理统计知识对实验数据进行分析处理, 获得研究规律, 逻辑推理、做出结论的能力。

目标 3: 使学生通过具体实验操作分析化工生产过程对社会的环境、安全、

文化、法律等方面存在的潜在影响，并理解应承担的责任。

目标 4：培养学生实事求是的科学态度、勤俭节约的优良作风、相互协作的团队精神、勇于开拓的创新意识。

(二) 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标	教学单元	评价方式
4. 能够基于自然科学、能源化学工程等领域的科学原理，采用设计实验、开展实验、分析与解释数据、数学建模等科学方法对能源化学工程领域的复杂工程问题进行研究，并通过条件假设、数据分析、信息综合等方法得到合理有效的结论。	4.1能基于任务要求，运用能源化学基础知识，结合文献分析，形成解决能源化工过程中复杂工程问题的解决方案。	目标 1	实验一 单釜和多釜串联返混性能测定	预习报告 实验操作 实验报告
	4.2能够根据目标产品制备所涉及反应及分离的特性，选择研究路线，设计实验方案。	目标 2	实验二 管式反应器中流动特性的测定 实验三 二元汽液平衡数据的测定 实验四 气相色谱法测定无限稀释活度系数	
6. 工程与可持续发展：在解决复杂工程问题时，能够基于能源化学工程背景知识进行合理分析，评价专业工程实践及解决方案对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响，并理解应承担的责任。	6.2能够理分析和评价能源化工过程实践活动对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响，并理解应承担的责任。	目标 3	实验五 煤的发热量测定 实验六 煤的水分和灰分测定 实验七 超级电容器用聚苯胺电极的制备及电容特性研究 实验八 循环伏安法测定铁氰化钾的电极反应过程及其应用研究 实验九 线性极化技术测量金属腐蚀速率	
8. 个人与团队：能够在多样化、多学科背景下的团队中承担个体、成员以及负责人的角色。	8.2能独立完成团队分配的工作，能胜任团队成员的角色与责任，并能提出合理的建议和决策。	目标 4	实验十 电解法制备普鲁士蓝修饰电极及电化学行为测试	

三、教学内容与方法

(一) 教学内容及要求

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
1	实验一 单釜和多釜串联返混性能测定	通过单釜与三釜反应器中停留时间分布的测定,将数据计算结果用多釜串联模型来定量返混程度,从而认识限制返混的措施	1. 能运用停留时间分布的测定方法; 2. 能识别停留时间分布与多釜串联模型的关系; 3. 能识别模型参数 n 的物理意义及计算方法	6	讲授指导	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	选做 综合性
2	实验二 管式反应器中流动特性的测定	测定连续反应器内不同循环比的影响,研究返混程度和模型参数的计算的对比。	1.能识别连续均相管式循环反应器的返混特性; 2.分析观察连续均相管式循环反应器的流动特征; 3.研究不同循环比下的返混程度,计算模型参数 n 。	6	讲授指导	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	选做 综合性
3	实验三 二元汽液平衡数据的测定	以苯-正庚烷或正己烷—正庚烷为原料,利用气液双平衡的小型平衡釜测定不同组成原料的 T - x - y 数据,并作图。	1.能识别汽液平衡釜的构造,能运用二元汽液平衡数据的测定方法和技能; 2.对苯-正庚烷或正己烷—正庚烷在常压下测定的数据绘制 T - x - y 图。	4	讲授指导	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	选做 综合性
4	实验四 气相色谱法测定无限稀释活度系数	以邻苯二甲酸二壬酯为色谱柱固定液,用气液色谱法测定苯和环己烷在邻苯二甲酸二壬酯中的无限稀释活度系数。	1.用气液色谱法测定苯和环己烷在邻苯二甲酸二壬酯中的无限稀释活度系数。 2.通过实验能运用测定原理和操作方法。熟悉流量、温度和压力等基本测量方法。	4	讲授指导	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	选做 综合性
5	实验五 煤的发热量测定	发热量的基本概念,氧弹量热仪构造及测量发热量的基本原理,量热仪测量发热量的方法	1. 能运用氧弹量热仪测量发热量的基本原理; 2.初步能识别量热仪测量发热量的方法;	6	讲授指导	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	选做 综合性

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			3.理解发热量概念。				
6	实验六 煤的水分和灰分测定	煤的工业分析方法，煤中灰分、水分的定义及测定意义，水分灰分测定仪的构造及操作方法	1. 能运用煤的工业分析方法； 2. 能识别煤中灰分及水分的测定方法； 3. 能运用自动测定仪的构造及使用方法。	4	讲授指导	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	选做 综合性
7	实验七 循环伏安法测定铁氰化钾的电极反应过程及其应用研究	循环伏安法的基本原理，CHI 电化学工作站的使用，铁氰化钾电极反应的动力学信息的分析	1. 能运用循环伏安法的实验技术； 2.能够正确使用 CHI 电化学工作站开展测试工作； 3.能够利用测定的铁氰化钾体系的循环伏安曲线，分析该反应的动力学信息	4	讲授指导	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	必做 综合性
8	实验八 线性极化技术测量金属腐蚀速率	线性极化技术测量金属腐蚀速率的基本原理、线性极化技术、	1.能运用线性极化法测量金属腐蚀速率的基本方法和原理； 2.学会使用线性极化法测量不锈钢在不同介质中的阴极极化曲线和阳极极化曲线； 3.能够根据所测极化曲线求解极化阻力值，并分析不锈钢腐蚀速率的影响因素	4	讲授指导	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	必做 综合性
9	实验九 超级电容器用聚苯胺电极的制备及电容特性研究	有机电合成的特点，有机电合成的基本方法，超级电容器的基本原理，超级电容器的性能评价，实验方案设计及讨论	1. 能识别有机电合成的特点和基本反应装置； 2. 能运用超级电容器的基本原理； 3.能够用电化学测试手段评价超级电容器的性能	8	讲授 指导 讨论	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	选做 综合性
10	实验十 电解法制备普鲁士蓝修饰电极及电化学行为测试	修饰电极，电沉积法制备修饰电极的原理，利用单扫描伏安法测定 K ⁺ 离子浓度的原理，实验方案设计及讨论	1. 能识别修饰电极的特点； 2. 能运用电沉积法制备修饰电极和利用普鲁士蓝修饰电极测定 K ⁺ 离子浓度的原理；	8	讲授 指导 讨论	目标 1 目标 2 目标 3 目标 4	选做 综合性

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			3. 能够根据需要正确地配制三电极体系, 采用适当的装置测出所需的数据, 进行数据处理并写出实验报告。				

(二) 教学方法

- 1.教师首先对上一个实验情况进行总体评讲, 然后检查学生对本次实验预习情况、讲解实验原理、实验所用仪器设备使用方法及实验内容 (实验方案设计);
- 2.教师强调仪器使用过程中关键环节、安全注意事项;
- 3.学生实验过程中教师指导不规范操作及实验过程中学生的疑问;
- 4.学生实验完毕, 仪器设备归位, 教师检查学生实验记录并签字, 学生整理实验台及实验室卫生。

四、考核及成绩评定

(一) 考核内容及成绩构成

课程考核以考核学生能力培养目标的达成为主要目的, 以检查学生对各实验原理、实验方法的能运用程度及其应用能力为重要内容, 考核采用预习报告、实验操作及实验报告等方式评定学生成绩; 从所列考核内容中选择 4 个实验项目作为该课程的考核内容, 各课程目标的考核内容、成绩评定方式、目标分值建议如下:

课程目标	考核内容	成绩评定方式	成绩占总评分比例	目标成绩占当次考核比例	学生当次考核平均得分	目标达成情况计算公式
目标 1: 能运用正确设计实验 (选择实验方法、实验条件、仪器和试剂等) 解决实际问题的能力, 能运用回归分析、假设检验、方差分析及规范撰写报告的能力。	实验预习情况及实验原理知识能运用	预习报告	20%	100%	A_1	$(A_1 \times 20\%) / 100$

课程目标	考核内容	成绩评定方式	成绩占总评分比例	目标成绩占当次考核比例	学生当次考核平均得分	目标达成情况计算公式
目标 2：能够认真观察实验现象并详细记录，采用数理统计知识对实验数据进行分析处理，获得研究规律，逻辑推理、作出结论的能力。	实验数据处理、实验报告撰写情况	实验报告	40%	100%	A ₂	$(A_2 \times 40\%) / 100$
目标 3：培养学生实事求是的科学态度、勤俭节约的优良作风、相互协作的团队精神、勇于开拓的创新意识。	实验操作是否规范、协作完成实验情况	实验操作	20%	100%	A ₃	$(A_3 \times 20\%) / 100$
目标 4：使学生通过具体实验操作分析化工生产过程对社会的环境、安全、文化、法律等方面存在的潜在影响，并理解应承担的责任。	结果分析及体会	实验报告	20%	100%	A ₄	$(A_4 \times 20\%) / 100$
总评成绩（100%）=预习报告（20%）+实验操作（20%）+实验报告（60%）			100%	——	——	$\frac{\text{学生总评平均分}}{100}$

(二) 实验成绩评定标准

课程目标 1、目标 2 和目标 3 中每项考核内容（每个教学单元）评分标准如下：

对应目标		目标 1：能运用正确设计实验（选择实验方法、实验条件、仪器和试剂等）解决实际问题的能力，能运用回归分析、假设检验、方差分析及规范撰写报告的能力。 目标 2：能够认真观察实验现象并详细记录，采用数理统计知识对实验数据进行分析处理，获得研究规律，逻辑推理、作出结论的能力。 目标 3：培养学生实事求是的科学态度、勤俭节约的优良作风、相互协作的团队精神、勇于开拓的创新意识。 目标 4：使学生通过具体实验操作分析化工生产过程对社会的环境、安全、文化、法律等方面存在的潜在影响，并理解应承担的责任。		
考查点		实验预习	实验操作	实验报告
成绩比例		20%	20%	60%
评分标准	100% 至 90% (优)	明确实验目的和原理，熟悉实验仪器设备参数条件及实验内容，能认真撰写预习报告。	能正确熟练使用仪器设备完成实验。实验态度认真，操作能力强，操作、记录规范，沟通、协作很好。	有很强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容完整、正确，有很好的分析与见解。文本表述清晰，书写工整，格式规范。
	89.9% 至 80% (良)	明确实验目的和原理，比较熟悉实验仪器设备参数条件及实验内容，能够较认真的撰写预习报告。	能正确使用仪器设备完成实验。实验态度认真，操作能力强，操作、记录规范，沟通、协作良好。	有较强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容完整、正确，有较好的分析与见解。文本表述较清晰，书写较工整，格式规范。
	79.9 至 70% (中)	能识别实验目的和原理，能识别实验仪器设备参数条件及实验内容，能撰写预习报告。	能较正确使用仪器设备完成实验。实验态度比较认真，操作能力较强，操作、记录规范，沟通、协作正常。	有良好的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容较完整、正确，有自己的分析与见解。文本表述较清晰，书写较工整，格式较为规范。
	69.9% 至 60% (及格)	基本能识别实验目的和原理，能识别实验仪器设备参数条件及实验内容，能撰写预习报告。	能使用仪器设备完成实验。实验态度不太认真，操作能力一般，操作、记录基本规范，有沟通、协作。	有一定的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容基本完整、正确，没有分析或见解。文本表述基本清晰，书写基本工整，格式基本规范。

59.9% 至 0 (不及格)	不能识别实验目的和原理,不能识别实验仪器设备参数条件及实验内容,未撰写预习报告。	动手操作能力差;操作、记录不规范,实验中不能与合作者进行沟通、协作,不能正确使用仪器设备。	总结实验和撰写报告的能力差,实验报告内容不完整、错误多。文本表述不清晰,书写潦草、格式不规范。
--------------------------	--	---	---

五、参考学习资料

(一) 推荐教材

推荐教材 1: 化工系编写《能源化学工程专业实验指导书》, 重庆科技学院, 2016

推荐教材 2: 张双全等《煤化学实验》, ISBN: 9787564606930, 中国矿业大学出版社, 2010

推荐教材 3: 吴重光等《化工仿真实习指南》(第三版), ISBN: 9787122142627, 化学工业出版社, 2012

推荐教材 4: 王圣平 编《实验电化学》, ISBN: 9787562524885, 中国地质大学出版社, 2010

推荐教材 5: 唐安平 编《电化学实验》, ISBN: 9787564639853, 中国矿业大学出版社, 2018

参考资料 1: 化学工程与工艺实验室编《化工专业实验》课程实验指导书, 北方民族大学, 2014

(二) 课程资源中心: <https://mooc1.chaoxing.com/course/211044169.html>

六、大纲执行说明

1. 根据实验装置具体情况, 在不削弱大纲基本要求的情况下, 对具体实验可做适当调整。

制订人: 孟晓静、向锐

审核人: 邱奎