

# 《化学工程与工艺专业实验 MOOC》(1) 教学大纲

## 一、课程基本信息

<b>课程编号:</b>	16065004	<b>课程性质:</b>	<input type="checkbox"/> 通识必修 <input type="checkbox"/> 通识选修 <input type="checkbox"/> 学科基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input checked="" type="checkbox"/> 实践教学
<b>课程名称:</b>	化学工程与工艺专业实验 MOOC (1)	<b>学时/ 学分:</b>	26 学时*/1 学分
<b>课程网址:</b>	<a href="https://www.icourse163.org/course/ECUST-1002874002">https://www.icourse163.org/course/ECUST-1002874002</a>		
<b>英文名称:</b>	Experiment of Chemical Engineering and Technology(MOOC) (1)	<b>考核方式:</b>	线上学习 25% 线下实验 75% (线下实验分数含: 实验预习 20% 实验过程 30% 实验报告 50%)
<b>选用教材:</b>	《化学工程与工艺专业实验》, 第 3 版 乐清华 徐菊美 主编 化学工业出版社	<b>大纲执笔人:</b>	雷明
<b>先修课程:</b>	化工原理, 化工热力学, 化学反应工程, 传递过程, 分离工程	<b>大纲审核人:</b>	周兴贵
<b>适用专业:</b>	化学工程与工艺专业		

\*注: 本课程所包含的实验项目开设于奉贤校区, 与化工专业基础课程(化工热力学、传递过程导论)相匹配, 总学时数(26 学时)相较标准学时(32 学时)偏少。本课程与后续学期在徐汇校区开设的《化学工程与工艺专业实验 MOOC》(2)(1 学分, 38 学时), 共同构成完整的实验课程《化学工程与工艺专业实验》, 2 门课程的总学时数为 64 学时, 满足学分对应的学时要求。

## 二、课程的性质与作用

本课程为慕课混合式课程, 线下实验为主, 线上学习为辅。选修学生需要先完成课程在线内容的学习(实验项目 MOOC 教学视频观看、在线提问、章节测试等), 合格后进行线下实验。本课程从工程与工艺两个角度出发, 既以化工工艺生产为背景, 又以解决工艺或过程开发中所遇到的共性工程问题为目的, 选择典型的工艺与工程要素, 所组成系列的工艺与工程实验。它是进行(化工类)工程师基本训练的重要环节之一, 在专业教学计划中占有重要的地位。

化学工程与工艺实验是在学生已经接受了基础理论与专业知识教育, 又接受过初步工程实验训练的基础上进行的。在本实验教学中, 将使学生了解与熟悉有关的化工工艺过程、化学反应工程、传质与分离工程等学科发展方向上的实验技术和方法; 掌握与学会过程开发的基本研究方法和常用的实验基本技能; 通过计算机仿真技术, 拓宽与发展工程实验的内容和可操作性; 培养学生的创造性思维方法、理论联系实际学风与严谨的科学实验态度, 提高实践动手能力。为毕业环节乃至今后工作打下较扎实的基础, 起到承前启后的作用。

## 三、课程目标

**课程目标 1.** 能在充分理解化学工程与工艺专业实验原理和方法的基础上，分解、简化实验项目中化工过程要点和难点，选取合理的研究方法并设计恰当的实验方案。

**课程目标 2.** 能根据特定的研究对象，选用适合的实验设备或仪器、组织并实施实验计划，能正确采集、分析、解释数据，通过归纳总结形成合理有效的结论。

**课程目标 3.** 熟练使用常见的传热、传质、反应、分离设备，掌握其特性；独立操作重要的化工实验分析仪器；熟练使用数学软件进行计算、模拟与预测。

**\*课程目标 4.** 具备科学精神和创新意识，能够跟踪化学工程技术发展前沿；掌握安全知识与技能，充分认识化学工程实践对环境、社会可持续发展的影响，并履行应承担的责任。

**课程目标 5.** 具有团队协作能力，能够主动承担或积极配合解决实验过程中出现的意外情况，通过团队合作完成实验任务。

#### 四、课程目标与支撑的毕业要求指标点的关系

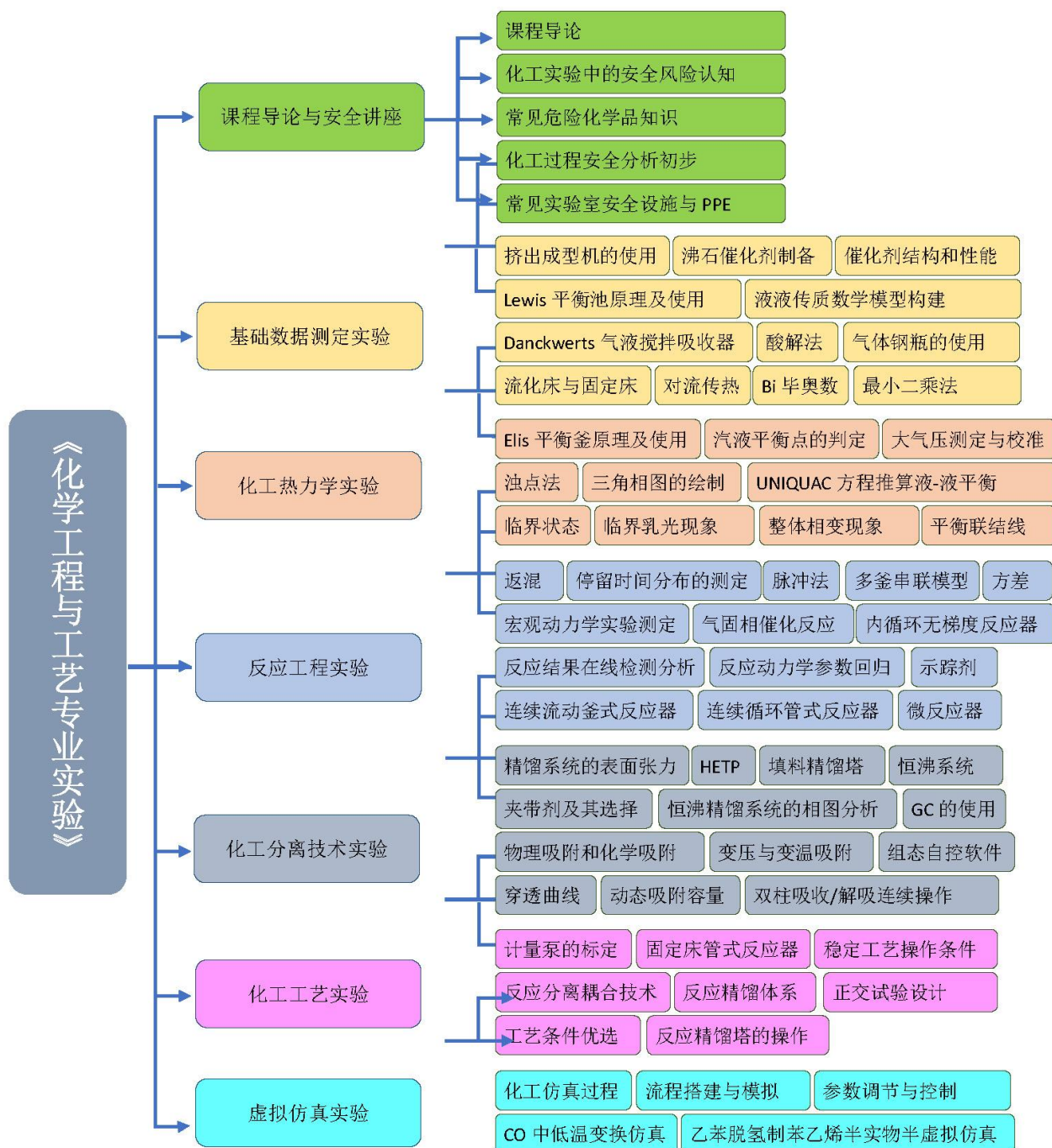
表 1. 课程目标与本专业毕业要求指标点的关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
5、研究	5.1 理解科学实验的基本原理和方法，掌握化学工程科学理论和基本概念，具备研究化工复杂问题的能力	☆课程目标 1
	5.2 针对化工过程关键问题，具备科学设计实验的能力，并能够根据实验方案构建实验系统，安全开展实验、正确地采集实验数据	☆课程目标 2
	5.3 能够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	
6、使用现代工具	6.1 掌握先进仪器、信息技术、软件工具的使用原理和方法，并能够理解其局限性	☆课程目标 3
	6.2 具有选择现代工具解决化工复杂问题的能力，并能够模拟、分析、预测化工专业问题的能力。	
8.职业规范	8.1 理解中国可持续发展的科学发展观，了解个人在历史以及社会、自然环境中的地位和责任，树立正确的世界观、人生观、价值观、方法论，具有较强的社会责任感	☆课程目标 4*
	8.2 理解工程伦理，包括化工工程师的职业性质、职业道德等，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任	
9.个人与团队	9.1 具备交流沟通能力、组织管理能力、团队协作能力；	☆课程目标 5

\*注：课程思政目标。☆表示支撑毕业要求指标点的重点课程目标，可纳入课程目标达成情况的评价。

## 五、课程知识点图谱

### 《化学工程与工艺专业实验》课程知识点图谱



## 六、教学内容

表 2. 课程教学内容及教学方法一览表

主题	主要教学内容	推荐学时	课程目标	教学方法
安全教育、MOOC 线上学习	1.实验室安全教育 2.线上 MOOC 学习* ● 本部分课程思政要点：安全意识、终身学习	6	2、4	■课堂讲授 □讨论 ■案例教学 □演示实验 ■MOOC 学习 □实践探究 □课堂报告 □其他：___
化工基础数据测定实验（线下）	<b>实验项目 1：液液传质系数的测定</b> ● 本部分课程思政要点：创新意识、科学精神	4	1-5	□课堂讲授 ■讨论 ■案例教学 □演示实验 □自主学习 ■实践探究 □课堂报告 □其他：___
	<b>实验项目 2：多态气固相流传热系数的测定</b> ● 本部分课程思政要点：创新意识、科学精神	4	1-5	□课堂讲授 ■讨论 ■案例教学 □演示实验 □自主学习 ■实践探究 □课堂报告 □其他：___
	<b>实验项目 3：二元系统汽液平衡数据的测定</b> ● 本部分课程思政要点：创新意识、科学精神	4	1-5	□课堂讲授 ■讨论 ■案例教学 □演示实验 □自主学习 ■实践探究 □课堂报告 □其他：___
化工过程仿真实验	<b>实验项目 4：乙苯脱氢制苯乙烯全流程虚拟仿真实验</b> ● 本部分课程思政要点：工程素养	8	1-5	■课堂讲授 ■讨论 ■案例教学 □演示实验 □自主学习 ■实践探究 □课堂报告 □其他：___

\*注：包含“化工基础数据测定实验”主题中 2 个实验项目的线上 MOOC 学习（计 4 学时）。

## 七、实验教学内容与安排

表 3. 实验项目一览表

序号	实验名称	主要内容	实验类型	实验时数(线上)	实验时数(线下)	每组人数	课程目标	仪器套数	实验地点	选做/必做	教学方法
1.	液液传质系数的测定	1.掌握基于双膜论的传质过程数学模型的构建方法； 2.掌握使用路易斯池测定液-液传质系数的方法；	A	2	4	4	1~5	4	奉贤 7 楼 315A	必做	■讨论 ■自主学习 ■实践探究
2.	多态气固相传热系数的测定	1.熟悉流化床和固定床的操作特点，了解强化传热操作的工程途径； 2.掌握不同条件下气体与固体之间的对流传热系数的测定方法； 3.掌握非正常态导热的特点以及毕奥准数 (Bi) 的物理意义。	B	2	4	4	1~5	4	奉贤 7 楼 315B	必做	■讨论 ■自主学习 ■实践探究
3.	二元系统汽液平衡数据的测定	1.了解和掌握用双循环汽液平衡器测定二元汽液平衡数据的方法；2.了解缩合系统汽-液平衡数据的关联方法，用实验测得的 T-P-X-Y 数据计算各组分的活度系数；3.学会二元汽液平衡相图的绘制。	A	4	2	4	1-5	A	奉贤 7 楼 315	必做	■讨论 ■自主学习 ■实践探究
4.	乙苯脱氢制苯乙烯全流程虚拟仿真实验	1.了解乙苯脱氢制苯乙烯生产方法、工艺流程、工艺指标以及乙苯负压脱氢的技术优势； 2.掌握乙苯负压脱氢制苯乙烯的开车、停车、稳态调整、典型事故处置等操作过程； 3.掌握化工生产过程中有关流量、压	A	0	8	4	1~5	40	奉贤 7 楼 407	必做	■讨论 ■实践探究

序号	实验名称	主要内容	实验类型	实验时数(线上)	实验时数(线下)	每组人数	课程目标	仪器套数	实验地点	选做/必做	教学方法
		力、温度等控制方案,理解控制器 PID 调节原则,了解 DCS 在现代化工生产中的应用。									

注:(1)实验类型分三类:A 验证性实验、B 综合性实验、C 设计研究实验

## 八、课程教学模式与方法

### 1、教学模式

本课程为慕课混合式课程,线下实验为主,线上学习为辅。选修学生需要先完成课程在线内容的学习(实验项目 MOOC 教学视频观看、在线提问、章节测试等),合格后进行线下实验。通过线下的见面课(现场实验),学生可以根据线上学习时遇到的问题,有针对性地开展实验。实验过程中,提倡组队完成,分工合作,为鼓励和培养学生的探索精神和实践能力,本实验教学强调过程,淡化结果,允许学生失败和重做,营造多维学习环境,重基础、强实践,培养理论知识扎实、能力素质全面发展的学生。

### 2. 教学方法

(1) 课堂讲授与讨论:本课程的实验理论课部分,主要采取课堂讲授为主,采用集中大课方式,主要讲授实验方法论并进行化工实验安全教育。在学生进入实验室参与各实验项目之前,实验教师集中讲解实验相关知识,包括实验项目的工业背景或研究背景、实验原理、实验标准操作规程等。

(2) 线上教学采用观看慕课视频、系统自动线上提问、单元测验和互动讨论几种方式。

(3) 自主学习:除了 MOOC 线上资源外,所有的基本教学实验项目为学生提供了多种电子教学资源,如:教学录像、授课 PPT 等,所有教学资源均可在爱课程网可注册查得,要求学生进入实验室参与实验项目前完成预习并撰写预习报告(课前实验教师应检查预习情况),也可独立自主地按照教学要求完成规定的内容;

(4) 实验探究:实验内容涉及课程主要知识点,分为基础规范型、综合设计型、以及研究探索型实验。研究探索型实验鼓励学生在课程实验过程中进行小组讨论,一同分析、研究并提出解决方案,培养学生善于发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的能力。此外,在课程讲授的过程中引入实际工程案例,鼓励学生针对化工领域工程实际问题进行自主研究并展开讨论。

## 九、课程教学目标、方法及课程目标达成评价方式

表 5 课程目标达成途径

序号	毕业要求	课程目标	课程学习目标分解	教学内容	教学方法
1.	毕业要求 5.1	课程目标 1	1.1 通过实验预习了解各实验的原理和过程要点； 1.2 分解、简化实验目标，寻求合理的实验研究方法； 1.3 采用科学方法设计实验方案；	1.1 实验技术原理及相关工艺 1.2 确定测量变量和方法，设计实验方案 1.3 科学实验设计方法	(1) 查阅文献，自主学习； (2) 案例学习 (3) 课堂谈论；
2.	毕业要求 5.2, 5.3	课程目标 2	2.1 选配合适的实验器材，搭建实验系统； 2.2 正确设计操作步骤和原始数据记录表，采集实验数据； 2.3 合理分析、解释实验数据和现象； 2.4 将数据处理结果与理论或模型进行比较，形成有效结论；	2.1 实验操作过程； 2.2 数据采集； 2.3 解释现象、分析数据。 2.4 总结归纳；	(1) 自主学习； (2) 课堂讨论； (3) 实践探究；
3.	毕业要求 6.1	课程目标 3	3.1 熟练应用数字教学资源进行自主学习； 3.2 掌握化工常用设备、仪器的正确使用方法； 3.3 利用虚拟仿真技术开展实验； 3.4 应用Origin、Matlab等数据处理软件进行计算、模拟、预测；	3.1 线上教学资源； 3.2 常用设备仪器原理及特性； 3.3 常用软件包括工控软件、虚拟仿真软件和数据处 理软件等；	(1) 自主学习； (2) 课堂讲授； (3) 课堂讨论 (4) 实践探究；
4.	毕业要求 8.1, 8.2	课程目标 4	4.1 具备安全责任意识 4.2 掌握实验过程危险性分析方法，具备风险防范能力； 4.3 能够安全开展实验，获得可靠数据； 4.4 跟踪技术发展前沿，在实验探究活动中兼顾经济、社会、环境问题，自觉履行责任。	4.1 实验室安全知识与技能； 4.2 实验风险评估与讨论； 4.3 实验标准操作规程；	(1) 自主学习； (2) 课堂讲授； (3) 操作规程培训 (4) 实践探究；
5.	毕业要求 9.1	课程目标 5	5.1 通过团队合作的方式完成任务； 5.2 主动承担或积极配合解决实验过程中出现的意外情况，顺利完成实验。	5.1 明确目标，任务分解 5.2 集中讨论，及时决策 5.3 主动承担责任	(1) 小组讨论 (2) 实践探究；

表 6 课程目标与考核评价标准及依据

课程目标	考核评价标准				评价依据
	优秀(90%-100%)	良好(75%-89%)	合格(60%-74%)	不合格(<60%)	
1. 能在充分理解化学工程与工艺专业实验原理和方法的基础上, 分解、简化实验任务, 选取合理的研究方法并设计恰当的实验方案。	能通过实验预习 <b>充分</b> 掌握实验原理; <b>较好地分解、简化</b> 实验过程难点和要点, 确定 <b>合理有效</b> 的实验研究方法; 采用 <b>科学</b> 方法设计实验方案;	能通过实验预习掌握实验原理; <b>能分解、简化</b> 实验过程要点, 采用 <b>较为有效</b> 的实验研究方法; <b>正确</b> 设计实验方案;	通过实验预习 <b>基本能</b> 掌握各实验的原理和实验过程要点, 实验研究方法和实验方案 <b>基本可行</b> ;	<b>未能</b> 通过实验预习掌握各实验的原理和过程要点; 针对当前实验过程或类似过程, <b>不能</b> 寻求合理的实验研究方法; 实验方案不合理不可行;	1、实验概述 2、预习思考 3、方案设计
2. 能根据特定的研究对象, 选用适合的实验设备或仪器、组织并实施实验计划, 能正确采集、分析、解释数据, 通过归纳总结形成合理有效的结论。	实验过程中 <b>合理、正确</b> 选配实验器材、制定 <b>正确</b> 的实验计划和操作步骤, 采集并 <b>合理</b> 分析实验数据; 基于现有理论或模型能 <b>全面准确</b> 分析结果并形成 <b>有效</b> 结论。	实验过程中能独立选配实验器材, 制定实验计划顺利 <b>采集</b> 实验数据; 能 <b>分析</b> 解释数据, <b>能结合</b> 理论或模型 <b>较全面</b> 地开展分析并形成 <b>合理</b> 结论;	能够利用现有实验装置按步骤开展实验, 能采集实验所需数据; 实验现象和原始数据 <b>基本合理</b> , 通过分析 <b>能够</b> 形成一定结论;	<b>未能</b> 按照实验步骤操作, <b>未能</b> 获取有效实验数据; <b>不能</b> 将数据处理结果与理论或模型进行比较分析, <b>未得出</b> 实验结论;	1、课堂讨论 2、原始数据 3、实验现象 4、结果讨论
3. 熟练使用常见的传热、传质、反应、分离设备, 掌握其特性; 独立操作重要的化工实验分析仪器; 熟练使用数学软件进行计算、模拟与预测。	<b>充分利用</b> 数字教学资源进行自主学习, <b>熟练掌握</b> 实验相关的 <b>设备、仪器</b> 种类、特性和操作方法; <b>熟练使用</b> Origin、Matlab、Excel 等应用软件计算、分析实验数据, 并建立 <b>正确</b> 的模型对相关问题进行 <b>预测</b> 。	<b>能利用</b> 数字教学资源进行自主学习, <b>掌握</b> 实验相关的 <b>设备、仪器</b> 的特性和操作方法; <b>能使用</b> Origin、Matlab、Excel 等应用软件计算、分析实验数据, 利用模型进行预测。	<b>利用</b> 数字教学资源进行自主学习程度较浅, 能够操作 <b>实验相关的设备</b> 和 <b>仪器</b> ; <b>能使用</b> Origin、Matlab、Excel 等数据处理软件作图, <b>规范表</b> 达实验结果;	<b>未能利用</b> 数字教学资源进行充分自主, 对实验相关的装置、仪器种类、特点 <b>不了解</b> ; <b>不会应用</b> Origin、Matlab、Excel 等软件计算数据、规范表达;	1、操作规范 2、数据处理方法 3、数据处理结果
4. 具备科学精神和创新意识, 能够跟踪化学工程技术发展前沿; 掌握安全知识与技能, 充分认识化学工程实践对环境、社会可持续发展的影响, 并履行应承担的责任。	<b>主动</b> 跟踪前沿技术, 在实验活动中 <b>充分考虑</b> 技术、经济、社会、环境问题, 具备安全意识、责任意识和风险防范能力, 能够 <b>安全、高效</b> 地开展实验, 并 <b>正确</b> 处置三废。	<b>具备</b> 安全意识、责任意识和风险防范能力, <b>掌握</b> 实验室安全知识与技能; <b>能够规范</b> 地完成实验操作; <b>能正确</b> 处置三废。	<b>有一定的</b> 安全意识和责任意识, <b>通过适当教育提醒</b> 能够规范地完成实验操作; <b>能按要求</b> 处置三废。	<b>缺乏</b> 安全意识、责任意识和风险防范能力, <b>未能</b> 安全规范地完成实验操作, 实验室三废处置方法 <b>不合理</b> 。	1、课堂讨论 2、操作规范 3、安全知识测试
5. 具有团队协作能力, 能够主动承担或积极配合解决实验过程中出现的意外情况, 通过团队合作完成实验任务。	<b>充分理解</b> 实验目的, <b>主动参与</b> 团队合作, 在团队中起 <b>核心</b> 地位; 能 <b>及时有效</b> 解决实验过程中出现的情况, 顺利完成实验;	<b>较全面地</b> 理解实验目的, 能参与团队合作, 在团队中起 <b>主干</b> 地位; <b>能解决</b> 实验过程中出现的情况, 顺利完成实验;	<b>理解</b> 实验目的, 被动参与团队合作; <b>能协助</b> 解决实验过程中出现的情况, 完成实验;	理解实验目的 <b>不充分</b> , <b>消极</b> 参与团队合作; <b>难以有效</b> 解决实验过程中出现的情况, 不能顺利完成实验;	1、操作规范 2、自我评估

注: (课程目标达成度以实验报告评分表中分项分数的组合确定, 例如课程目标1达成情况由“实验概述+预习思考+方案设计”三个部分的评分之和确定)

## 十、成绩评定方法

单项实验成绩评定：实验预习 20%，实验过程 30%，数据处理 20%，结果讨论 20%，自评与格式 10%；总成绩为各实验的平均成绩。具体评分项如下：

表 7. 实验评分表

实验预习			实验过程				数据处理		结果讨论	自我评估	格式规范	总分
实验概述	预习思考	方案设计	课堂讨论	操作规范	原始数据	实验现象	数据处理方法	数据处理结果				
10	5	5	5	10	10	5	10	10	20	5	5	

## 十一、教学参考书

- |          |           |         |
|----------|-----------|---------|
| 《化工热力学》  | 陈新志, 蔡振云等 | 化学工业出版社 |
| 《化工分离工程》 | 邓修 吴俊生    | 科学出版社   |
| 《化学反应工程》 | 许志美       | 化学工业出版社 |
| 《化学工艺学》  | 黄仲九 房鼎业   | 高等教育出版社 |