

《大学化学实验—基础化学实验 II —化工基础实验》课程教学大纲

一、课程说明

（一）课程名称、所属专业、课程性质、学分

课程名称：大学化学实验-基础化学实验 II——化工基础实验

所属专业：核化工

课程性质：专业基础课

学 分：1.5 学分（54 学时）

（二）课程简介、目标与任务、先修课与后续相关课程

课程简介：本课程是为核化工等专业三年级学生开设的专业基础课，化工基础实验是一门以过程单元操作原理为主要内容、以处理工程问题的实验研究方法为特色的实践性课程。它在培养学生的工程能力，创新思维和创新能力方面起着重要的作用。通过本实验训练，学生对过程工业中具有普遍性的流体流动、传热、分离及反应过程及与之相关的单元操作的规律和理论基础有更深入的理解，对生产化工产品的基本原理和实现工业化生产的工程技术有初步认识。

目标与任务：深化理论知识。通过实验可使学生对基本原理的理解、公式中各种参数的来源及使用范围有更加深刻的认识，从而帮助学生理解从书本上较难弄懂的概念。

培养学生从事实验研究的能力。制定实验目标、设计实验方案的能力；进行实验、观察和分析实验现象的能力；正确选择和使用测量仪表的能力；利用实验的原始数据进行数据处理以获得实验结果的能力；运用文字表达技术报告的能力。

培养学生实事求是、严肃认真的学习态度。从实验预习、实验操作、现象观察到数据处理等各个环节培养学生一丝不苟的工作作风和严肃认真的工作态度。

先修课程与后续相关课程：

先修课程：高等数学、普通物理、基础化学、物理化学、化工原理、基础化学实验 I 等。

后续相关课程：化工热力学、反应工程、化工仪表及自动化、化工设计等

（三）教材与主要参考书

教材：兰州大学化学化工学院编著，大学化学实验 基础化学实验 II，兰州大学出版社，2004。

主要参考书：

1. 陈敏恒等，化工原理（第3版），化学工业出版社，2006。
2. 李绍芬，反应工程（第2版），化学工业出版社，2000。
3. 武汉大学，兰州大学，复旦大学。化工基础实验，高教出版社，2005。
4. 张金利，化工基础实验(第2版)，化学工业出版社，2006。

二、课程内容与安排

教学思路：

学生的实验能力可概括为：基本操作能力、提出问题、分析问题和解决问题的能力、查阅文献能力及总结表达能力，不同实验，训练侧重点不同。

（一）实验名称与学时分配

化工基础实验(54 学时)：

- 实验理论化工实验基础知识和要求 (2 学时)*
- 实验一 流体流动阻力实验 (4 学时)
- 实验二 离心泵性能测定实验 (2 学时)
- 实验三 雷诺实验 (2 学时)*
- 实验四 流体流动之机械能转换测定 (2 学时)*
- 实验五 转子流量计校准实验 (2 学时)*
- 实验六 换热器传热系数的测定实验 (4 学时)
- 实验七 填料吸收塔吸收系数的测定 (4 学时)
- 实验八 精馏塔的操作与塔效率的测定 (4 学时)
- 实验九 液-液萃取塔 (4 学时)
- 实验十 干燥曲线和干燥速率曲线的测定 (4 学时)
- 实验十一 脉冲响应法测定非均相反应器的停留时间分布 (4 学时)
- 实验十二 串联连续搅拌釜反应器转化率测定实验 (4 学时)

实验十三 脉冲法测定连续搅拌釜式反应器停留时间分布 (4 学时)*

实验十四 传热仿真实验 (4 学时)

实验十五 填料吸收解吸实训仿真 (4 学时)

实验十六 精馏装置实训仿真 (4 学时)*

实验十七 流化床干燥装置实训仿真 (4 学时)

实验十八 液液萃取装置实训仿真 (4 学时)*

备注:

1. *为选开实验
2. 根据教学计划, 化工类专业计划学时 54, 在开实验时从以上实验中选择 14—16 个实验, 共计 54 学时。

考核方式:

学生成绩由实验操作成绩和实验报告成绩综合得到。实验操作成绩采用逐个实验计分法, 每个实验中预习占 10%, 基本操作占 40%、实验结果、报告占 40%, 纪律、卫生占 10%。

(二) 实验内容、实验目的难点及注意事项

该课程教学内容包括化工生产中常见仪表、设备、生产单元的认识及操作训练; 工程研究方法的掌握; 实验数据的获取及处理; 分析问题及解决问题能力的培养。

化工基础实验 (54 学时)

实验项目	主要内容及实验目的	难点及注意事项
实验理论	<p>主要内容: 介绍实验课程概况; 讲授化工实验设计基础理论; 化工实验数据的处理方法; 化工实验中常用测量仪表的基本原理及使用方法; 化工实验设备的基本操作方法和注意事项; 实验预习、实验分工和实验安全。</p> <p>实验目的: 了解课程概况, 掌握化工实验方法及要求。</p>	<p>难点: 数据处理方法、实验报告的规范写法。</p> <p>注意事项: 化工实验设备的基本操作方法和注意事项。</p>

<p>实验一: 流体阻力实验</p>	<p>主要内容: 1. 测定流体流经直管时的摩擦系数与雷诺准数的关系; 2. 测定 90° 标准弯头、突然扩大的阻力系数; 3. 测定截止阀及闸阀全开时的阻力系数。</p> <p>实验目的: 1. 学习掌握流体流动阻力、管子摩擦系数, 管件阻力系数的测定方法, 了解它们的变化规律, 巩固对流体流动阻力基本理论的认识; 2. 掌握有关压差计、流量计的使用方法; 3. 了解离心泵的特性, 熟悉离心泵的操作。</p>	<p>难点: 测量管道排气操作, 数据处理。</p> <p>注意事项: 1. 在测试过程中, 发现压差计指示值不能正确反映流体流动规律时, 检查压差计中是否存在空气; 2. 注意离心泵的启动, 运行与停车; 3. 管线排气操作。</p>
<p>实验二: 离心泵性能测定</p>	<p>主要内容: 测定离心泵在一定转速下的特性曲线。</p> <p>实验目的: 1. 了解离心泵的特性, 熟悉离心泵的操作; 2. 学习离心泵特性曲线的测定方法和特性曲线的应用。</p>	<p>难点: 实验原理及数据处理。</p> <p>注意事项: 1. 注意离心泵的启动, 运行与停车; 2. 读 0 流量读数时, 应先将泵出口阀开大, 待管线内水流正常后, 再关闭泵出口阀, 使流量为 0 读数。</p>
<p>实验三: 雷诺实验</p>	<p>主要内容: 观察流体的三种流动形态: 层流、湍流和过渡态, 并测定各自的雷诺数。</p> <p>实验目的: 1. 观察层流、湍流和过渡态的流动形态; 2. 确立雷诺准数与层流和湍流的联系, 并测出临界雷诺准数的大小; 3. 理解不同流态对传热、传质的影响。</p>	<p>难点: 三种状态的调节及判定。</p> <p>注意事项: 1. 保持水槽中水位平稳, 尽量减少环境震动。 2. 实验中要仔细调节水流量和示踪剂加入量, 使示踪剂流线清晰。</p>
<p>实验四: 流体流动之机械能转换测定</p>	<p>主要内容: 测定不可压缩流体在静止及不同流速条件下各种形式机械能的相互转换。</p> <p>实验目的: 1. 测定流体在不同流速下, 静压头和动压头的相互转换, 从而认识机械能转换和守恒关系; 2. 以实验证实不可压缩流体的伯努利方程。</p>	<p>难点: 认识机械能转换和守恒关系。</p> <p>注意事项: 1. 保持水槽稳定; 2. 注意设备本身加工精度对流体机械能守恒的影响。</p>
<p>实验五: 转子流量计校准实验</p>	<p>主要内容: 用湿式流量计校正玻璃转子流量计, 做出校正曲线。</p> <p>实验目的: 1. 了解量具校准的意义; 2. 理解流量计校正的原因和方法。</p>	<p>难点: 1. 认识瞬时流量与累积流量的区别; 2. 流量计结构对流量测量准确度的影响。</p> <p>注意事项: 在湿式气体流量计工作时, 保持流量平稳。</p>

<p>实验六: 换热器传热系数的测定实验</p>	<p>主要内容: 1. 在蛇形管换热器中, 测定 5~6 个不同流速下, 管内热水与管间冷水之间的总传热系数; 流体与管壁面间对流传热系数 α_0 和 α_i; 2. 将测定值与运用 α_0 与 α_i 之间关系式计算得出的 α_i 值进行比较; 计算得出 Nu1(实验)和 Nu2(计算)的值; 3. 对实验数据进行线性回归, 求关联式 Nu1(实验)=$ARe^mPr^{0.4}$ 和 Nu2(计算)=$ARe^mPr^{0.4}$ 中常数 A、m 的值。</p> <p>实验目的: 1. 通过对冷水—热水蛇形管换热器的实验研究, 掌握对流传热系数 α 及总传热系数 K 的测定方法, 加深对其概念和影响因素的理解; 2. 学会应用线性回归分析方法, 确定关联式 中常数 A、m 的值。</p>	<p>难点: 实验原理及工程研究方法的掌握</p> <p>注意事项: 1. 由于采用热电阻测温, 检查热电阻的冷端是否全部浸没在水中; 2. 检查电加热恒温槽中的水位是否在正常范围内。特别是每个实验结束后, 进行下一实验之前, 如果发现水位过低, 应及时补给水量; 3. 调节流量后, 应在流量计读数稳定后再读取实验数据。</p>
<p>实验七: 填料吸收塔吸收系数的测定</p>	<p>实验内容: 本实验以水作为吸收剂, 吸收氨—空气混合物中的氨气, 测定一定操作条件下的吸收系数及空塔气速对吸收系数的影响。</p> <p>实验目的: 1. 通过实验进一步理解填料吸收塔的操作原理; 2. 在填料吸收塔内, 测定在一定温度及压力下, 用水吸收氨—空气混合物中氨的吸收系数。</p>	<p>难点: 1. 填料吸收塔结构、流程和操作, 风机的流量调节方法; 2. 填料塔的水力学性能及其对传质性能的影响; 3. K_y 的测定原理、测定方法和数据处理方法; 4. 气膜控制过程的特点。</p> <p>注意事项: 填料吸收塔操作, 风机的流量调节方法。</p>
<p>实验八: 精馏塔的操作与塔效率的测定</p>	<p>实验内容: 用板式精馏塔分离乙醇~正丁醇混合物, 塔顶得到较高纯度的乙醇, 塔釜得到较高纯度的正丁醇, 用图解法求理论塔板数。</p> <p>实验目的: 1. 了解筛板式精馏塔的结构; 2. 熟悉精馏的工艺流程; 3. 掌握精馏塔的操作方法与调节; 4. 学会在部分回流操作条件下, 测定乙醇—正丁醇二元体系连续精馏的总板效率。</p>	<p>难点: 1. 精馏塔的结构、操作方法; 2. 回流比的确定和调节;</p> <p>注意事项: 1. 通过调节加热量来控制液泛气速, 避免液泛和漏液; 2. 控温方式和热电阻的安装位置对全塔操作的影响。</p>

<p>实验九:液—液萃取塔操作</p>	<p>实验内容: 以水为萃取剂,用振动式筛板萃取塔,萃取溶解于煤油中的苯甲酸,分析原料液、萃取液和萃余液中苯甲酸的含量,计算传质单元高度。</p> <p>实验目的: 1. 了解振动式筛板萃取塔的结构和特点; 2. 熟悉萃取操作的工艺流程; 掌握液—液萃取塔的操作方法; 3. 掌握液—液萃取过程的计算及传质单元高度的测定方法。</p>	<p>难点: 1. 原料液与萃取液的流量比对萃取效果的影响; 2. 振动频率对萃取效果的影响。</p> <p>注意事项: 正确的滴定方法。</p>
<p>实验十:干燥曲线和干燥速率曲线的测定</p>	<p>实验内容: 本实验是用不饱和的热空气作为干燥介质去干燥湿物料,这也是工业上常用的一种方法,即热量由空气传至被干燥的物料,以供应物料中水分汽化所需的热量。物料中的水分以扩散方式传递至空气。测定在一定空气流量和空气温度下湿物料的干燥曲线、干燥速率曲线和临界含水量。</p> <p>实验目的: 1. 实验观察在干燥过程的各种性状。 2. 掌握物料在干燥条件不变状况下的干燥速率曲线(U—X 曲线)的测定方法; 3. 对流干燥设备的结构、流程和操作。</p>	<p>难点: 1.干燥器结构对干燥速率的影响; 2. 风速、气温对干燥速率的影响; 3.物料形态对干燥速率的影响; 4.绘制、分析干燥及干燥速率曲线。</p> <p>注意事项: 样品重量的准确测量。</p>
<p>实验十一:脉冲响应法测定非均相反应器的停留时间分布</p>	<p>实验内容: 本实验以水为介质,用离子交换树脂作为催化剂床层,以红墨水为示踪剂,用脉冲响应法测定固定床和流化床反应器的停留时间分布。</p> <p>实验目的: 1. 掌握脉冲响应法测定连续流动多相管式反应器的停留时间分布方法; 2. 初步掌握液——固相管式反应器的研究方法。</p>	<p>难点: 1.同一个反应器既用作流化床又用作固定床时的流程和操作顺序。</p> <p>注意事项: 1. 先用流化床排除反应器中的空气,先测定流化床的停留时间,再切换到固定床; 2. 固定床保持水连续满管流动的意义和方法; 3. 示踪剂的注入量要适当,避免浓度太大,超出分光光度计的测量范围。</p>
<p>实验十二:串联连续搅拌釜反应器转化率测定实验</p>	<p>实验内容: 本实验以乙酸乙酯水解反应为考察对象,测定两釜串联连续搅拌反应釜内的转化率。</p> <p>实验目的: 1. 通过实验操作,了解串联釜式反应器的结构性能及实验操作方法; 2. 进一步掌握串联釜式反应器的计算方法; 3. 比较实验转化率与理论转化率。</p>	<p>难点: 保持两股物料的加料速率准确、恒定。</p> <p>注意事项: 1. 反应釜中溶液反应体积的测量要准确; 2. 考虑搅拌转速对转化率的影响,选择合适的搅拌转速。</p>

<p>实验十三：脉冲法测定连续搅拌釜式反应器停留时间分布</p>	<p>实验内容：本实验以水为介质，用饱和 KCl 溶液为示踪剂，用脉冲相应法分别测定连续搅拌釜式反应器在反应体积不变时采用单釜、二釜、三釜串联操作时的停留时间分布曲线。</p> <p>实验目的：1. 掌握以脉冲响应法测定串联连续搅拌釜式反应器停留时间分布的方法；2. 掌握物料在不同数量串联釜式反应器中停留时间分布的差异；3. 了解串联釜数对停留时间分布的影响规律。</p>	<p>难点：反应釜内水位的调节方法。</p> <p>注意事项：1. 采用单釜、双釜、三釜操作时要保持反应体积一致；2. 注意搅拌转速对停留时间分布曲线的影响。</p>
<p>实验十四：传热仿真实验</p>	<p>实验内容：1. 进行换热器开车仿真操作；2. 进行换热器切换仿真操作；3. 进行换热器常见异常现象的判别及处理的仿真操作；4. 进行换热器停车仿真操作。</p> <p>实验目的：1. 认识传热设备结构；2. 认识传热装置流程及仪表；3. 掌握传热装置的运行操作技能；4. 学会常见异常现象的判别及处理方法。</p>	<p>难点：1.要注意水蒸汽压力控制和流量调节，防止蒸汽包超压及压力过低；2.换热器切换过程。</p> <p>注意事项：1.注意排除不凝气体，防止换热管憋压；2.注意风机流量调节；3. 换热器切换过程防止温度超限。</p>
<p>实验十五：填料吸收解吸实训仿真</p>	<p>实验内容：1. 进行吸收—解吸装置开车仿真操作；2. 进行吸收—解吸装置常见异常现象的判别及处理的仿真操作；3. 进行吸收—解吸装置停车仿真操作。</p> <p>实验目的：1.认识吸收—解吸设备结构；2.认识吸收—解吸装置流程及仪表；3.掌握吸收—解吸装置的运行操作技能；4.学会常见异常现象的判别及处理方法。</p>	<p>难点：引起扰动原因的判定及对参数的调节。</p> <p>注意事项：1. 控制储罐液位，维持液位恒定；2.注意调节进入吸收塔和解吸塔的水流量，使其大致相等；3.注意 CO₂ 和空气流量调节，使流量比合适。</p>
<p>实验十六：精馏装置实训仿真</p>	<p>实验内容：1. 进行精馏装置开车仿真操作；2. 进行精馏装置常见异常现象的判别及处理的仿真操作；3. 进行精馏装置停车仿真操作。</p> <p>实验目的：1. 认识精馏设备结构；2. 认识精馏装置流程及仪表；3. 掌握精馏装置的运行操作技能；4. 学会常见异常现象的判别及处理方法。</p>	<p>难点：填料塔的结构特点、气液传热、传质过程是难点。</p> <p>注意事项：1. 加热量不能过大过小，防止液泛和漏液；2. 维持塔釜液位和塔顶产量，维持恒定回流比。</p>

<p>实验十七：流化床干燥装置实训仿真</p>	<p>实验内容：1. 进行流化床干燥装置开车仿真操作；2. 进行流化床干燥装置常见异常现象的判别及处理的仿真操作；3. 进行流化床干燥装置停车仿真操作。</p> <p>实验目的：1. 认识干燥设备结构；2. 认识干燥装置流程及仪表；3. 掌握干燥装置的运行操作技能；4. 学会常见异常现象的判别及处理方法。</p>	<p>难点：流程了解。</p> <p>注意事项：1. 干燥物料的热空气温度由水换热器来控制，因此维持水温的恒定是关键；2. 空气流量要维持恒定，避免空气温度的波动；3. 物料加入速率维持恒定。</p>
<p>实验十八：液液萃取装置实训仿真</p>	<p>实验内容：1. 认识液液萃取设备结构；2. 认识液液萃取装置流程及仪表；3. 掌握液液萃取装置的运行操作技能；4. 学会液液萃取装置常见异常现象的判别及处理方法。</p> <p>实验目的：1. 认识萃取设备结构；2. 认识萃取装置流程及仪表；3. 掌握萃取装置的运行操作技能；4. 学会常见异常现象的判别及处理方法。</p>	<p>难点：扰动的分析及调节。</p> <p>注意事项：1. 注意原料液和萃取液流量比维持恒定；2. 注意空气鼓泡速率维持恒定。</p>

制定人：冯庆华

审定人：柳明珠、周蕊

批准人：梁永民

日期：2012年6月