 四川轻化工大学课程实施大纲

课程名称：现代分离技术

|  |
| --- |
| 授课班级：工艺2022级选课 |
| 任课教师：赵晨 |
| 工作部门：化学工程学院 |
| 联系方式：15895875001 |

四川轻化工大学 制

2025年 9 月

《现代分离技术》课程实施大纲

基本信息

课程代码：16273004

课程名称：现代分离技术（Modern Separation Technology）

学 分：2.0

总 学 时：32

学 期：2025-2026-1

上课时间：周一3-4节，7-8节、周三3-4节，周五5-6，

上课地点：N1-414，N1-218，N1-315

答疑时间和方式：课前，课间和课后，考前集中

答疑地点：上课教室

授课班级：工艺2022级选课班

任课教师：赵晨

学 院：化学工程学院

邮 箱：chenzhao@suse.edu.cn

联系电话：15895875001

目 录

# 1．教学理念

以人为本，把重视人，理解人，尊重人，爱护人，提升和发展人的精神贯注于教育教学的全过程、全方位。以促进每一个学生在德、智、体、美、劳等方面的全面发展与完善，造就全面发展的人才为己任。

强调知识、能力与素质在人才整体结构中的相互作用、辩证统一与和谐发展。以帮助学生学会学习和强化素质为基本教育目标，旨在全面开发学生的诸种素质潜能。

加强[创新教育](https://www.baidu.com/s?wd=%E5%88%9B%E6%96%B0%E6%95%99%E8%82%B2&tn=44039180_cpr&fenlei=mv6quAkxTZn0IZRqIHckPjm4nH00T1Y3PH0sPj0znjmvmH7hm1f30ZwV5Hcvrjm3rH6sPfKWUMw85HfYnjn4nH6sgvPsT6KdThsqpZwYTjCEQLGCpyw9Uz4Bmy-bIi4WUvYETgN-TLwGUv3EnWD1P1TLnHDvPjbYPHc1PWTsr0" \t "_blank)与创业教育并促进二者的结合与融合，培养创新、创业型复合性人才成为现代教育的基本目标。

本课程实施大纲结合化学工程与工艺国家级特色专业建设以及工程教育专业认证标准，针对化学工程与工艺专业的培养目标，以化学工程与工艺专业普通高等学校本科工程教育认证为指导，按照“宽口径、重理论、强能力”的总体思路，培养和训练学生的工程意识、创新意识和专业应用能力来制定课程实施大纲，以期对培养具有较宽厚的基础理论和专门知识，能在化工、炼油、冶金、能源、轻工、医药、环保和军工等部门从事工程设计、技术开发、生产技术管理和科学研究等方面工作的应用型工程技术人才的目标作最大贡献。

1.培养学生的综合素质

本课程不仅要培养本专业技术技能人才，还要培养学生“平等、民主、自由”的人文社会科学素养；培养学生创新意识、社会责任感、工程职业道德、节能意识，掌握文献资料查询及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法，了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发、环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法津、法规，能正确认识工程对于客观世界和社会的影响。

2、坚持以现代教育理念为先导，实现“学生中心、教师主体”的大学教育观

为了最大程度的帮助学生学习，教学过程中师生之间必须形成平等、民主、和谐的情感关系，师生在心理上能够互相包容，在心灵上能够互相接纳，能营造民主、和谐的课堂气氛，与学生一起平等、互动地参与课堂教学，激发学生学习兴趣和求知欲。尊重学生的个性，理解学生的情感，包容学生的缺点和不足，善于发现每一个学生的长处和闪光点，让所有学生都成长为有用之才。教与学的相互作用，就是教师与学生的心灵沟通和碰撞。这种碰撞是点燃学生心灵的火苗，它能让学生在浓厚的学术氛围之中成长，无论学生今后选择什么样的职业，所受的教育都会赐予他们无穷的力量，这种力量会促进学生的发展，让学生的潜能浮出水面、个性得到张扬，为他们未来更有成效的生活奠定坚实的保障。

3、明确学生主体，改革传统授课模式

授课的目的是帮助学生真正理解掌握并应用相关知识。改变传统教学模式，内容包括：计划的理论教学、解答学生自学存在的问题、课堂提问、课堂讨论等；安排课外阅读，并鼓励学生参加与课程相关的各种竞赛、大学生创新项目和聆听与专业相关的学术报告；考核方式也多种多样，可以更科学合理的考查学生的能力。多元化的教学模式，旨在调动学生的学习兴趣，培养学生查阅文献能力、工程运用能力和创新能力等。

4、课程内容及时更新，始终注意把教改教研成果或学科最新发展成果引入教学

作为教师，不仅必须精心准备课程内容，还应领会本课程应培养学生的哪些能力和素质，以便设计课程。了解学生的前修课程，帮助学生理解问题，解决问题，并鼓励学生自主学习，相互讨论，合作学习。同时要积极地调动学生的学习兴趣和热情，启迪学生，通过对学生引导和督促，变被动学习为主动学习。同时，要紧跟社会形势的发展变化，及时更新教学内容，将新知识、新理论和新技术以及科学研究的成果充实到教学内容中，补充工厂实际案例，提高学生学习兴趣，为学生提供符合时代需要的课程体系和教学内容。

# 2．课程介绍

## 2.1 课程的性质

现代分离技术是我校化工类专业开设的一门复合培养选修课程，现代分离技术有别于传统分离技术的、伴随着高新技术产业的出现，尤其是生物科学、生物技术、材料科学的发展而逐渐发展起来的更优化、更先进的分离技术，在工农业生产、材料科学、生命科学、环境科学、医药卫生、食品等诸多方面发挥了越来越更要的作用，因此，逐渐发展成为一门独立的学科-分离科学。作为我校化工类专业学生的一门专业选修课，本课程以膜分离技术为基础，向学生概括性地介绍近年来发展较快的分离技术的原理及其应用，并通过查阅文献，使学生了解分离科学领域的发展前沿，丰富其专业知识，有效地提高学生的专业素质。

## 2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用

分离过程在传统或现代工业中均具有重要意义，其一般作为工业产品的最后一个环节，是决定产品质量的重要手段。一些工业过程，完全就是以分离技术为基础建设的，如石油化工过程，即是以原油精馏为基础发展壮大起来的。

随着人民生活水平的提高和技术的进步，分离技术在高精专用化学品领域，具有更为重要的作用，如湿法磷酸经净化制得电子级磷酸，产品价值相差上百倍，其技术关键即为磷酸中杂质离子的去除。

综上所述，传统工业过程，除了发生化学反应的过程之外，其余均为物理过程，而分离过程在工业过程中具有举足轻重的作用。

## 2.3 课程的历史与文化传统

[分离工程](http://baike.baidu.com/view/541555.htm)课程是化学工业技术和化学工程科学发展的必然产物。十九世纪九十年代国外高等学校相继设置化学工程系，开出的课程大都是针对不同化工行业编写各自的生产工艺学，直到二十世纪初才明确认识到各行各业通用的分离操作的共性，并于二十年代出版了第一部分离过程教科书－Separation Engineering，我国于上世纪二十年代创办化学工程系，并开设分离工程课程。

分离工程是一门关于化工分离过程的专业技术课，它为过程工业（包括化工、轻工、医药、食品、环境、材料、冶金等工业部门）提供科学基础，对化工及相近学科的发展起支撑作用。分离工程课程主要研究化工生产中分离单元操作的基本原理及其设备的设计、操作与调节，以传递过程原理和研究方法论为主线，研究分离过程的基本规律，典型分离过程的设计方法，过程的操作和调节原理。

## 2.4 课程的前沿及发展趋势

以传递过程和研究方法论为主线来组织教学内容，建立“分离工程”课程教学内容新体系；适当融入本领域中一些最新技术、方法和发展动向，拓宽教学内容。

建立以学生为本，启发-讨论-总结式的教学方法，实现在教师指导下以学生为中心的学与教的互动过程，并不断归纳、思考以寻求出适合本专业学生特点的更能有效发挥学生学习过程的主动性、积极性、创造性为目标的教学方法。

突出实践性、应用性、双向互动、集基础理论、实践为一体的立体教学新理念。灵活运用多种先进的教学方法，如采用提问式切入方法，双向互动、精讲多练方法，归纳法总结的教学方法来促进学生学习。

使用现代教育技术手段，黑板、展台和多媒体大屏幕交替使用。利用化工过程单元操作录像片、动画库、分离工程多媒体教学课件，把过去很难描述清楚的设备结构用三维立体动画和录像的形式清晰形象地展现在学生面前，使教学内容实感性增强，授课信息量加大，给学生印象深刻，激发学习兴趣，提高教学效果。

## 2.5 课程与经济社会发展的关系

社会在发展，随时都会兴起新的工程技术。社会才是真正检验技术的地方，因此课程内容也应与时俱进、紧跟社会技术进步、将课程涉及新技术引入课程教学，尤其是针对一些新技术的应用、社会发展热点问题，在课堂上开展讨论，引导学生思考解决问题的方法，也能让学生切身体会所学知识并非空洞无物，而是能解决生活中实际问题的有用技能，激发学生的学习热情。

## 2.6 课程内容可能涉及到的伦理与道德问题

随着技术的进步和人民生活水平的提高，目前科学技术中存在的伦理与道德问题已经引起了人们的极大关注。化工学科研究的领域十分广泛，与日常生活有着紧密联系，因此课程教学过程中应注意伦理和道德教育。

科学研究的诸多领域都涉及伦理及道德问题，如核武器与生化武器伦理、计算机与网络伦理、生命与医学伦理、生态与环境伦理、工程理论和宇宙伦理等。本课程是化工及相关学科的专业技术课，属于工程技术领域，因此主要涉及生态与环境、工程伦理两大伦理。

1、生态与环境伦理：目前，我国面临严峻的环境问题，以环境为代价换取经济效益的事件是有发生，因此，在教学过程中要注意正确引导学生理性看待这些环境问题，激发学生的学习热情去处理目前面临的这些问题，而不是抱怨。同时，作为工程技术人才，在技术设计和研究过程中，要严格按照国家有关法律、标准和规范操作，尤其是涉及环境问题，如三废的处理等，要全面考虑问题。

2、工程伦理：随着工程技术不断发展, 工程技术的负面效应也日渐突出。环境污染、能源危机等一系列问题的出现,使得与工程技术联系最为密切的工程伦理问题成为工程界、哲学界和社会广泛关注的问题。工程师必须遵守工程伦理准则,在工程活动中具有社会责任感,正确的价值观、利益观和强烈的伦理道德意识,才能自觉担负起维护人类共同利益的伦理责任。工程伦理主要包括工程中的风险、安全与责任、工程价值、工程与环境等问题。作为将来的工程技术人员，要引导学生注重考虑：1）技术层面的伦理问题；2）非技术层面的伦理问题。

技术层面的伦理问题，主要引导学生从技术上思考从原料、过程到产品及产品残值涉及的伦理问题。如原料尽量少用或不采用对人体和环境有毒有害的物质；工艺过程尽量考虑节能、节水和减少原料消耗；产品残值的处理尽量简单可行等等。

## 2.7 学习本课程的必要性

分离技术是化工类及其相关专业的一门主干专业技术课。它是综合运用所学数学、物理、化学、物理化学、计算机基础知识，分析和解决化工生产中各种物理过程问题的工程基础学科。

其教学内容是以化工生产中的分离过程为背景，教学内容主要为涉及液液和液固多相系统中的传质分离过程。对主要分离单元操作和传质基本理论的教学，讲授本科专业学习中涉及较少或未涉及的、但十分重要的溶剂萃取和固液浸取为主，结合多相传质基本理论为主要授课内容。同时，结合我校在分离工程研究中取得的大量成果，提供过程实例分析和模型计算指导。

现代分离技术是分离工程领域研究的热点和发展的前沿方向。在本课程中，吸附和新型层析技术、膜分离(反渗透、超滤、气体渗透、渗透汽化)、超临界流体分离技术（超临界萃取、超临界沉析）、工业结晶等新分离技术是主要的教学内容。并适当提供部分工业应用和研究开发案例分析。

本课程采用讨论式和研究型的教学方式。在作业方面，以解题式作业加上部分作为主动的课程学习内容的研究型和课题调研型的大型作业，强调学生的主动探索精神，以调研报告的形式提交。这种形式不仅有利于学生积极主动地进行本课程的学习，也锻炼了学生的文献查阅能力、分析研究能力和论文写作能力，培养学生的创新思维能力，成为学生进入论文研究阶段学习的前期准备。

# 3．教师简介

## 3.1 教师的职称、学历

赵晨，讲师，工学博士。

## 3.2 教育背景

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **起止时间** | **学校名称** | **专业** | **学位** |
| 2019.09-2022.06 | 南京工业大学 | 化学工程 | 工学博士 |
| 2017.09-2019.07 | 南京工业大学 | 化学工程 | 工学硕士 |
| 2013.09-2017.07 | 江苏海洋大学 | 化学工程与工艺 | 工学学士 |

## 3.3 研究兴趣（方向）

化工分离单元操作，高性能膜材料的研发，油水分离技术的应用。

# 先修课程

分离工程、物理化学、化工原理和反应工程等化工类基础课程。

# 课程目标

1. 利用已学的物理化学、化工原理、化工热力学、传递过程等课程中有关系相平衡热力学、动力学、分子及共聚状态的微观机理，传热、传质和动量传递理论来研究化工生产实际中复杂物系的分离和提纯技术。

2. 着重基本概论的理解，为分离过程的选择、特性分析和计算奠定基础。

3. 从分离过程的共性出发，讨论各种分离方法的特征。强调将工程和工艺相结合的观点，进行设计和分析能力的训练；强调理论联系实际，提高解决问题的能力。

# 6．课程内容

## 6.1 课程的内容概要

**第一章 绪论**

1.掌握分离过程在化工生产中的重要性；分离过程的分类。

2.了解常用的化工分离操作过程；本课程的性质和任务。

**第二章 膜组件**

1.掌握膜的定义、膜的分类；掌握膜组件和膜过程；

2.了解膜的制备方法、膜的结构；了解截留率和分离因子的计算。

**第三章 反渗透、纳滤、超滤与微滤**

1.掌握的内容：反渗透、纳滤、超滤与微滤分离方法和分离原理；常见的属于反渗透、纳滤、超滤与微滤的分离方法实例。

2.了解的内容：反渗透、纳滤、超滤与微滤等分离方法的优缺点。

**第四章 气体渗透、渗透气化与膜基吸收**

1.掌握的内容：气体渗透、渗透气化与膜基吸收等分离方法的原理和特点。气体渗透、渗透气化与膜基吸收等分离方法的应用实例。

2.了解的内容：气体渗透、渗透气化与膜基吸收等分离方法的优缺点。

**第五章 透析、电渗析与膜电解**

1.掌握的内容：透析、电渗析与膜电解等分离方法和特点。透析、电渗析与膜电解方法的应用实例。

2.了解的内容：透析、电渗析与膜电解等分离方法的优缺点。

**第六章 特种精馏技术**

1.掌握的内容：1）掌握特种精馏原理；2）掌握常见的特种精馏分离方法。

2.了解的内容：特种精馏技术的优缺点。

**第七章 新型萃取分离技术**

1.掌握的内容：超临界萃取和双水相萃取分离原理。

2.了解的内容：超临界萃取和双水相萃取分离方法的特点。

**第八章 吸附、离子交换和色谱分离**

1.掌握的内容：吸附、离子交换、色谱分离的基本原理；

2.了解的内容吸附、离子交换、色谱分离的流程和应用。

**第九章 液膜分离**

1.掌握液膜的定义；

2.了解液膜的组成、液膜的制备和稳定性、液膜的制备和稳定性、液膜分离的传递过程、液膜分离的流程和设备。

**第十章 泡沫分离**

1.掌握泡沫分离的定义；

2.了解泡沫的形成和结构、泡沫的稳定性、泡沫分离的传递过程、理想泡沫模型、泡沫分离的流程和设备。

**第十一章 耦合分离技术**

1.了解反应-分离的耦合和集成、分离-分离的集成。

## 6.2 教学重点、难点

第一章 绪论

重点：分离技术及其在过程工业中的意义。

第二章 膜组件

重点：膜的定义、膜的分类；掌握膜组件和膜过程；

第三章 反渗透、纳滤、超滤与微滤

重点：反渗透、纳滤、超滤与微滤分离基本原理；反渗透、纳滤、超滤与微滤分离主要工艺流程及计算。

第四章 气体渗透、渗透汽化与膜基吸收

重点：气体渗透、渗透汽化分离原理。气体渗透、渗透汽化分离典型工艺流程及计算。

第五章 透析、电渗析与膜电解

重点：透析与电渗析分离机理。透析与电渗析典型工艺流程及计算模型。

第六章 特种精馏技术

重点：特殊精馏原理。常见特殊精馏：萃取精馏与恒沸精馏、反应精馏工艺流程及特点。

第七章 新型萃取分离技术

重点：超临界流体萃取基本原理。常见超临界流体萃取工艺流程及其特点。

第八讲 吸附、离子交换与色谱分离

重点：吸附、离子交换、色谱分离的基本原理；

第九讲 液膜分离

重点：液膜的定义；液膜分离的传递过程；液膜分离的流程和设备。

第十讲 泡沫分离

重点：泡沫分离的定义；泡沫分离的传递过程；理想泡沫模型；泡沫分离的流程和设备。

第十一讲 耦合分离

重点：反应-分离的耦合和集成、分离-分离的集成。

## 6.3 学时安排

课程各章节主要知识点及学生安排如下表。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单元（章节）名称** | **内容摘要及知识点** | **学时安排** |
| 第一章 绪论 | 知识点：本课程的性质和任务；分离过程的分类；新型分离技术的进展。 | 2 |
| 第二章 膜组件 | 知识点：膜的定义；分离因子和截留率；膜分离的优点；膜的结构；孔径和孔隙率；表征膜结构的仪器；膜组件；膜过程。 | 2 |
| 第三章 反渗透、纳滤、超滤与微滤 | 主要知识点：反渗透基本机理及模型，反渗透工艺流程；纳滤脱盐率，纳滤恒容脱盐；超滤基本原理，超滤过程工艺流程；微孔过滤模式，虑饼过滤式通量方程。 | 4 |
| 第四章 气体渗透、渗透汽化与膜基吸收 | 主要知识点：气体分离：气体在膜内的传递机理，影响气体渗透性能的因素；  渗透汽化与蒸汽渗透：渗透汽化及蒸汽渗透原理；渗透通量和分离因子 | 4 |
| 第五章 透析、电渗析与膜电解 | 主要知识点：透析与渗析：透析过程机理；透析过程通量模型；电渗析：电渗析过程机理；电渗析基本理论 | 4 |
| 第六章 特种精馏技术 | 主要知识点：混合物相图分析；萃取精馏与恒沸精馏及其特征；反应精馏基本特点与流程。 | 4 |
| 第七章 新型萃取分离技术 | 主要知识点：超临界流体及其性质；超临界流体萃取相平衡；超临界流体传递性质。 | 2 |
| 第八章 吸附、离子交换与色谱分离 | 主要知识点：常用的吸附剂；吸附平衡和等温吸附方程；吸附分离的设备和流程；吸附分离的应用；常用的离子交换树脂；离子交换传递过程；离子交换的设备和流程；离子交换的应用。 | 4 |
| 第九章 液膜分离 | 主要知识点：液膜的组成；液膜的制备和稳定性。液膜分离的传递过程；液膜分离的流程和设备；液膜分离的应用。 | 2 |
| 第十章 泡沫分离 | 主要知识点：泡沫分离的定义；泡沫的形成和结构；泡沫的稳定性。泡沫分离的传递过程；理想泡沫模型；泡沫分离的流程和设备。 | 2 |
| 第十一章 耦合分离 | 主要知识点：：催化膜反应器；渗透汽化膜反应器；膜生物反应器。膜与吸收的集成；精馏与渗透汽化的集成。 | 2 |

# 7.课程实施

## 7.1 教学单元一（绪论）

### 7.1.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第 6 周）10 月7日- 10月13日

### 7.1.2 教学目标

1.了解现代分离技术课程目标及其对学生能力的培养；

2.掌握化工分离过程分类方法及原理；

3.了解现代分离技术课程的目的、任务、化学工程的发展简史。

### 7.1.3 教学内容（含重点、难点）

**主要知识点：**分类过程的分类；常用的化工分离操作过程；分离过程研究和技术开发的现状和未来。

**重点：**分离过程在化工生产中的重要作用。

### 7.1.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 如何理解工程 | 技术与工程 | 掌握 |
| 工程的定义 | 了解 |
| 工程的过程 | 掌握 |
| 作为社会实践的工程 | 熟练掌握 |
| 理解工程活动的几个维度 | 熟练掌握 |
| 如何理解伦理 | 道德与伦理 | 掌握 |
| 不同的伦理立场 | 掌握 |
| 伦理困境与伦理选择 | 熟练掌握 |
| 工程实践中的伦理 问题 | 工程活动的行动者网络 | 了解 |
| 主要的工程伦理问题 | 熟练掌握 |
| 工程伦理问题的特点 | 掌握 |
| 如何处理工程实  践中的伦理问题 | 工程实践中伦理问题的辨识 | 掌握 |
| 处理工程伦理问题的基本原则 | 熟练掌握 |
| 应对工程伦理问题的基本思路 | 熟练掌握 |

### 7.1.5 教学方法

1、举例法：以典型化工生产过程为例，引出化工过程包含的内容和环节，进而得出分离操作对化工过程的重要性：分离单元操作。

2、提问法：给出一化工过程，请学生思考并回答其包含的典型分离单元过程，老师结合学生回答讲解；

3、对化工过程发展历史，以教师讲解为主。

### 7.1.6 作业安排及课后反思

**课后作业：**

1、给出日常生活中常见的一种分离技术，并说明其分离原理；

2、给出一种你所知道的仍未解决的分离关键技术，并结合所学知识，给出你的解决方案或思路。

**课后思考：**

1、怎么才能学好本课程？

2、在先修课程中那些是自己的薄弱环节？如何弥补？

3、本课程在化学工业过程中处于什么环节，对以后的学习和职业生涯有何帮助？

### 7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

1.了解化工过程的划分依据，如换热过程，反应过程和分离过程等；

2.了解物性及计算对工业生产过程的重要性；

3.了解分离技术在不同领域的应用。

### 7.1.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P1-14。

## 7.2 教学单元二（反渗透、纳滤、超滤与微滤）

### 7.2.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第 7 周- 8 周）10 月 14日- 10月27日

### 7.2.2 教学目标

1.通过教学，使学生了解膜分离相关基本概念

主要包括膜是什么，有何特性？膜的种类划分及膜制备，常用膜分离技术及其特点；

2.通过教学，使学生理解常见膜分离方法及其特点

主要包括1）反渗透的定义及分离原理，掌握膜反渗透膜的条件，常见反渗透膜组件及其特点。

1. 纳滤分离原理、分离特点及其应用；
2. 超滤分离原理、特点及应用；
3. 微滤分离原理、特点及应用。

### 7.2.3 教学内容（含重点、难点）

膜分离及其特点和主要用途；

常见膜组件的特点与优势；

常见膜分离工艺反渗透、纳滤、超滤与微滤的区别、特点及其用途。

### 7.2.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 膜组件 | 膜组件的定义 | 掌握 |
| 膜组件的种类 | 了解 |
| 不同膜组件的比较与选用 | 掌握 |
| 反渗透 | 反渗透与渗透压 | 掌握 |
| 反渗透机理及模型 | 掌握 |
| 反渗透工艺计算 | 熟练掌握 |
| 纳滤 | 纳滤发展历史 | 了解 |
| 纳滤对无机物的分离 | 熟练掌握 |
| 纳滤脱盐 | 掌握 |
| 超滤 | 超滤基本原理 | 掌握 |
| 超滤传质模型 | 熟练掌握 |
| 超滤工艺流程 | 熟练掌握 |
| 微滤 | 微孔过滤模型 | 掌握 |
| 滤饼通量方程 | 熟练掌握 |

### 7.2.5 教学方法

本单元内容属于基本概念性内容，内容多、范围广与中学物理知识联系紧密，主要通过教师课前组织大量的典型素材、举例和制作的PPT课件，通过现代多媒体教学技术进行演示，教师课堂教学，通过讲授法、提问法和案例分析，让学生对本专业和课程有一定的了解。本单元的教学方法以教师讲解+课堂提问的方法完成。

### 7.2.6 作业安排及课后反思

课后作业：

P41:2-5,2-7,2-8。

1、给出你所知道的膜分离技术，并指出其属于哪一类（反渗透，纳滤，超滤，微滤）？

### 7.2.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

多媒体教室、多媒体设备。典型案例！

### 7.2.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P44-75。

## 7.3 教学单元三（气体渗透、渗透汽化与膜基吸收）

### 7.3.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第9 周）10 月 28 日- 11月3日

### 7.3.2 教学目标

1.通过课程学习，掌握以浓度差为推动了的膜分离技术；

2.掌握典型以浓度差为推动力的膜分离技术特点及主要工业应用。

### 7.3.3 教学内容（含重点、难点）

气体分离的特点；膜分离关键工艺参数的计算。

### 7.3.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 气体分离 | 气体分离机理 | 掌握 |
| 影响气体分离的因素 | 了解 |
| 透析液的种类及组成 | 掌握 |
| 透析过程的种类及其特点 | 熟练掌握 |
| 渗透汽化与蒸汽渗透 | 渗透汽化与蒸汽渗透原理 | 掌握 |
| 渗透汽化过程设计计算 | 掌握 |
| 影响工艺设计主要因素 | 熟练掌握 |
| 膜基吸收 | 膜基吸收与气液传质 | 了解 |
| 膜基吸收传质过程 | 熟练掌握 |
| 膜基吸收主要应用 | 掌握 |

### 7.3.5 教学方法

本单元内容属于基本概念性内容，内容多、范围广与中学物理知识联系紧密，主要通过教师课前组织大量的典型素材、举例和制作的PPT课件，通过现代多媒体教学技术进行演示，教师课堂教学，通过讲授法、提问法和案例分析，让学生对本专业和课程有一定的了解。本单元的教学方法以教师讲解+课堂提问的方法完成。

### 7.3.6 作业安排及课后反思

课后作业：P107:401,4-4.

举例说明生活中遇到的气体分离过程，画出工艺流程图并对关键工艺参数进行阐述和解释。

### 7.3.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

多媒体教室、多媒体设备。典型案例！

### 7.3.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P79-106。

## 7.4 教学单元四（渗析、电渗析与膜电解）

### 7.4.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第10周）11 月 4 日- 11月10日

### 7.4.2 教学目标

1.掌握渗析和透析的定义及其异同；

2.掌握电渗析、膜电解原理及其主要应用。

### 7.4.3 教学内容（含重点、难点）

渗析和透析的定义，及其异同、主要应用；

电场驱动下的渗析与透析技术。

### 7.4.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 如何理解伦理 | 道德与伦理 | 掌握 |
| 不同的伦理立场 | 掌握 |
| 伦理困境与伦理选择 | 熟练掌握 |
| 电渗析 | 电渗析原理 | 了解 |
| 电渗析过程理论 | 熟练掌握 |
| 电渗析过程工艺计算 | 掌握 |
| 离子膜电解 | 双极膜的特性 | 掌握 |
| 双极膜过程参数设计 | 熟练掌握 |
| 离子膜电解 | 熟练掌握 |

### 7.4.5 教学方法

本单元内容属于基本概念性内容，内容多、范围广与中学物理知识联系紧密，主要通过教师课前组织大量的典型素材、举例和制作的PPT课件，通过现代多媒体教学技术进行演示，教师课堂教学，通过讲授法、提问法和案例分析，让学生对本专业和课程有一定的了解。本单元的教学方法以教师讲解+课堂提问的方法完成。

### 7.4.6 作业安排及课后反思

课后作业：

P141:5-1,5-4；

简述离子膜电解过程及其工艺参数。

### 7.4.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

多媒体教室、多媒体设备。典型案例！

### 7.4.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P109-141。

## 7.5 教学单元五（特种精馏与蒸馏）

### 7.5.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第11 周）11月 11 日- 11月17日

### 7.5.2 教学目标

1.掌握典型特种精馏技术；

2.理解特种精馏及其本质。

### 7.5.3 教学内容（含重点、难点）

特种精馏原理及其相图分析。

### 7.5.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 混合物相图 | 三组分相图与蒸馏边界 | 掌握 |
| 剩余曲线图 | 了解 |
| 蒸馏曲线图 | 掌握 |
| 萃取与恒沸精馏 | 萃取与恒沸精馏及其异同 | 掌握 |
| 溶剂选择原则 | 掌握 |
| 特殊精馏分离因子 | 熟练掌握 |
| 反应精馏 | 反应精馏及其特点 | 了解 |
| 反应精馏及其相平衡 | 熟练掌握 |
| 反应精馏动力学 | 掌握 |
| 反应精馏设计计算 | 掌握 |

### 7.5.5 教学方法

本单元内容属于基本概念性内容，内容多、范围广与中学物理知识联系紧密，主要通过教师课前组织大量的典型素材、举例和制作的PPT课件，通过现代多媒体教学技术进行演示，教师课堂教学，通过讲授法、提问法和案例分析，让学生对本专业和课程有一定的了解。本单元的教学方法以教师讲解+课堂提问的方法完成。

### 7.5.6 作业安排及课后反思

课后作业：

P179:6-2,6-4.

给出一种特殊精馏过程，并简要解释其原理。

### 7.5.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

多媒体教室、多媒体设备。典型案例！

### 7.5.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P143-177。

## 7.6 教学单元六（超临界流体与特种溶剂萃取）

### 7.6.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第12周）11 月 18 日- 11月24日

### 7.6.2 教学目标

1.掌握超临界流体萃取原理及其优势；

2.掌握双水相萃取基本原理及其应用。

### 7.6.3 教学内容（含重点、难点）

超临界流体及其性质；

双水相的形成及其影响因素。

### 7.6.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 超临界流体萃取 | 超临界流体及其性质 | 掌握 |
| 超临界流体萃取相平衡 | 了解 |
| 超临界流体萃取工艺及其设备 | 掌握 |
| 超临界流体萃取典型工艺 | 熟练掌握 |
| 超临界流体萃取操作条件选择 | 熟练掌握 |
| 双水相萃取 | 双水相分配原理 | 掌握 |
| 影响双水相分配的因素 | 掌握 |
| 双水相萃取工艺设计 | 熟练掌握 |

### 7.6.5 教学方法

本单元内容属于基本概念性内容，内容多、范围广与中学物理知识联系紧密，主要通过教师课前组织大量的典型素材、举例和制作的PPT课件，通过现代多媒体教学技术进行演示，教师课堂教学，通过讲授法、提问法和案例分析，让学生对本专业和课程有一定的了解。本单元的教学方法以教师讲解+课堂提问的方法完成。

### 7.6.6 作业安排及课后反思

课后作业，P221:7-1,7-4；

举例说明超临界流体萃取及其工艺。

### 7.6.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

多媒体教室、多媒体设备。典型案例！

### 7.6.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P181-221。

## 7.7 教学单元七（吸附、离子交换与色谱分离）

### 7.7.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第13 周）11 月 25 日- 12月1日

### 7.7.2 教学目标

1.掌握吸附分离原理及工艺；

2.吸附法分离的关键在于物质的吸附和脱附作用的差异。

3.离子交换分离法是利用溶液中离子与离子交换剂发生交换反应进行分离的方法。在分析测试中，离子交换分离技术是最有实用价值的前处理方法。

### 7.7.3 教学内容（含重点、难点）

吸附与交换剂结构及其性能；吸附分离平衡及其计算。

### 7.7.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 吸附分离 | 常用吸附剂 | 掌握 |
| 离子交换树脂 | 了解 |
| 特种色谱用固定相与流动相 | 掌握 |
| 吸附分离 | 熟练掌握 |
| 吸附分离工艺 | 熟练掌握 |
| 色谱分离 | 色谱分离的分类及特点 | 掌握 |
| 色谱分离操作 | 掌握 |
| 色谱分离基本参数 | 熟练掌握 |

### 7.7.5 教学方法

本单元内容属于基本概念性内容，内容多、范围广与中学物理知识联系紧密，主要通过教师课前组织大量的典型素材、举例和制作的PPT课件，通过现代多媒体教学技术进行演示，教师课堂教学，通过讲授法、提问法和案例分析，让学生对本专业和课程有一定的了解。本单元的教学方法以教师讲解+课堂提问的方法完成。

### 7.7.6 作业安排及课后反思

课后作业，P：262:8-1,8-6；

举例说明吸附分离过程及其应用。

### 7.7.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

多媒体教室、多媒体设备。典型案例！

### 7.7.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P224-259。

## 7.8 教学单元八（泡沫、液膜与磁分离）

### 7.8.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第13 周）11 月 25 日- 12月1日

### 7.8.2 教学目标

1.了解泡沫分离原理及其用途；

2.了解液膜分离过程及其特点。

### 7.8.3 教学内容（含重点、难点）

泡沫分离原理及其关键设备；

液膜分离原理及其操作。

### 7.8.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 泡沫分离 | 泡沫分离原理 | 掌握 |
| 泡沫分离工艺及其设备 | 了解 |
| 影响泡沫分离的因素 | 掌握 |
| 泡沫分离过程设计 | 熟练掌握 |
| 泡沫分离发展趋势 | 了解 |
| 液膜分离 | 液膜的形状和分类 | 掌握 |
| 液膜分离机理及其传质 | 掌握 |
| 液膜分离设备及其工艺参数 | 熟练掌握 |

### 7.8.5 教学方法

本单元内容属于基本概念性内容，内容多、范围广与中学物理知识联系紧密，主要通过教师课前组织大量的典型素材、举例和制作的PPT课件，通过现代多媒体教学技术进行演示，教师课堂教学，通过讲授法、提问法和案例分析，让学生对本专业和课程有一定的了解。本单元的教学方法以教师讲解+课堂提问的方法完成。

### 7.8.6 作业安排及课后反思

课后作业，P338:10-1,10-2；

举例说明泡沫分离过程及其关键参数。

### 7.8.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

多媒体教室、多媒体设备。典型案例！

### 7.8.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P296-335。

## 7.9 教学单元九（耦合与集成技术）

### 7.9.1 教学日期

2024-2025学年第 1 学期（第13 周）11 月 25 日- 12月1日

### 7.9.2 教学目标

1.理解耦合分离过程的本质及其优势；

2.了解常用耦合分离过程及其应用。

### 7.9.3 教学内容（含重点、难点）

耦合分离过程建模。

### 7.9.4 教学过程

通过课程讲授了解并掌握以下内容：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 知识单元 | 知识点 | 教学要求 |
| 反应-分离耦合过程 | 催化膜反应器 | 掌握 |
| 渗透汽化膜反应器 | 了解 |
| 膜生物反应器 | 掌握 |
| 分离-分离集成过程 | 膜与吸收、汽提集成 | 掌握 |
| 精馏-渗透汽化集成 | 掌握 |
| 集成过程设计与优化 | Aspen plus软件介绍 | 了解 |

### 7.9.5 教学方法

本单元内容属于基本概念性内容，内容多、范围广与中学物理知识联系紧密，主要通过教师课前组织大量的典型素材、举例和制作的PPT课件，通过现代多媒体教学技术进行演示，教师课堂教学，通过讲授法、提问法和案例分析，让学生对本专业和课程有一定的了解。本单元的教学方法以教师讲解+课堂提问的方法完成。

### 7.9.6 作业安排及课后反思

课后作业，P363:10-1,10-2；

练习Aspen plus 流程模拟软件。

### 7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

多媒体教室、多媒体设备。典型案例！

### 7.9.8 参考资料（具体到哪一章节或页码）

陈欢林主编《新型分离技术》（第三版），化学工业出版社出版，P341-359。

# 8．课程要求

## 8.1 学生自学要求

课前预习：对课程内容有个初步了解，针对重点和难点，结合生产和生活实际提出问题，带着问题进课堂。

课中：认真听讲，加深理解，尤其是针对重点难点和不容易理解掌握的知识点，提问、讨论。

课后：认真阅读教材或参考教材，将知识点串联起来，找出内在联系，并通过习题巩固。

## 8.2 课外阅读要求

阅读教材之外至少一本参考书，尤其是对知识点的不同论述和推导，进一步加深、扩展知识面。

## 8.3 课堂讨论要求

针对重点和难点知识设置讨论或典型例题。讨论一般以分组的方式进行，要求每组要有自己的结论，小组成员必须发言。

## 8.4 课程实践要求

本课程实验与理论课同步开展，要求学生掌握实验的理论基础，掌握实验要点，并能对实验提出改进。实验包括验证性实验、综合性实验和设计性实验，验证性实验以验证典型结论为主，要求能对所得结果进行分析，尤其是误差分析；综合性实验需综合考虑实验间的相互影响和实验顺序等多种因素，学会用工程的观点看待实验；设计性实验考察学生的知识应用能力和动手能力，并综合考虑实验条件和操作等具体因素。

# 9．课程考核

## 9.1 出勤（迟到、早退等）、作业、报告等的要求

出勤：本课程的学习中，选课同学应该主动遵守四川轻化工大学学生管理条例中关于出勤的相关政策规定。本课程将采用倒扣分的形式， 即对无故缺席的同学，每缺席1 次平均时成绩扣 5 分，直至扣完。此外，请假的同学务必在上课前出示假条，后补无效。

迟到与早退：上课铃后进入教室的同学算迟到，下课前擅自离开室的同学算早退。迟到和早退一次扣2分。

作业：每缺交一次作业平均时成绩扣5分。

报告：讨论报告以小组形式提交，每组需有自己的结论和成员发言，并确定成员的贡献值，小组成员需确认自己的贡献并签名。

## 9.2 成绩的构成与评分规则说明

课程成绩包括平时成绩和考试成绩。平时成绩40%，考试成绩60%。平时成绩主要由出勤、课堂发言和课后作业组成。出勤不加分，仅扣分，具体扣分细节详见出勤作业考核方式；课堂发言随机抽点同学的方式，也可主动回答，教师根据题目的难易程度以及抽点同学回答情况给出等级分数，等级分数与百分制分数换算如下：A+:95，A:90，B+:85，B:80，以此类推。

## 9.3 考试形式及说明

《现代分离技术》课程考试为开卷考试，以作业形式提交，题型一般包括选择、填空、简答、分析和计算题。具体考核要求按四川轻化工大学教务处规定执行。如果该课程总评成绩不及格（即该课程总评成绩<60 分），将有且仅有一次补考机会，如果补考仍不及格，则需要重修本课程。

# 10．学术诚信

## 10.1 考试违规与作弊处理

考试违规与作弊按《四川轻化工大学学生考试违纪或作弊认定与处理办法》（川轻化〔2021〕97 号）处理。

## 10.2 杜撰数据、信息处理等

杜撰数据和信息处理，对于涉及的实验数据和处理，一经查实，该实验计零分。

## 10.3 学术剽窃处理等

实验报告和作业等，若有学术剽窃行为被查实，本次作业或报告计零分，并勒令重做。

# 11．课堂规范

## 11.1 课堂纪律

教学过程中应遵守必要的课堂纪律，请同学尽量做到以下几点：

(1) 按时上课下课，不得迟到早退。上课期间禁止使用手机，迟到的同学应从后门进入教室并不得影响其他同学。

(2) 上课时学生衣着要整齐得体，专心听讲，认真做笔记，禁止随意交谈或阅读与上课无关的报纸或书籍。

(3) 上课期间不玩手机，请关闭手机，或将手机调至振动模式；

(4) 上课期间请不要说话或大声喧哗，干扰其他同学听课与思考；

(5) 迟到的同学请安静地找座位坐下，并认真听讲；

(6) 若在课堂期间有私事需要处理，请安静离开，到教室外解决后安静地回到座位上。

## 11.2 课堂礼仪

(1) 请注意服装礼仪，无故穿拖鞋、背心的同学请不要进入教室；

(2) 课堂讲授过程中若需表达自己的观点前，请举手示意，得到允许后用普通话发言，同学发言时认真听，不得嘲笑发言的同学；

(3) 课堂提问过程中请不要随意提醒或帮答，若想阐述自己的观点，需在答题同学言毕后，举手示意，得到允许后发言；

(4) 课堂讨论过程中请注意聆听别人的观点，发表自己观点时不许涉及人身攻击。

(5) 不私下讲话，不做小动作，不能在课堂上吃东西、嚼口香糖、喝水或扇扇子。

# 12．课程资源

## 12.1 教材与参考书

教材：陈欢林. 新型分离技术（第3版）[M]. 北京: 化学工业出版社, 2020.2.

参考书：

[1] 刘家祺. 分离过程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011..

[2] 邓修，吴俊生. 分离工程[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[3] 宋华，陈颖. 分离工程[M] . 哈尔滨工业大学出版社, 2003

[4] 叶庆国. 分离工程[M].北京: 化学工业出版社, 2009.

## 12.2 专业学术著作

除指定的参考书外，本专业学术著作众多，同学们可在网上广泛阅读。

(1) http://emuch.net/bbs 小木虫论坛

(2) http://bbs.hcbbs.com 海川化工论坛

(3) 四川轻化工大学图书馆的超星数字图书

## 12.3 专业刊物

化工学报，化学工程，高校化学工程学报，化工进展和现代化工等。

## 12.4 网络课程资源

分离工程精品课程（青岛科技大学：[http://flgc.qust.edu.cn](http://flgc.qust.edu.cn/)，国家精品课程网：）。

# 13．教学合约

## 13.1 教师作出师德师风承诺

作为一名光荣的人民教师，担负着教书育人的重任，为了认真履行教师职责，严格遵守《高等学校教师职业道德规范》，形成自己良好的师德师风，争做一名师德高尚的教育工作者，为了提高自身的思想道德素质，做学生健康成长的引路人，以高尚的情操感染人，以渊博的知识教育人，以科学的方法引导人，以良好的形象影响人。我以捍卫教师尊严为己任，向学校、家长和社会郑重承诺：

一、爱国守法。热爱祖国，热爱人民，拥护中国共产党领导，拥护中国特色社会主义制度。遵守宪法和法律法规，贯彻党和国家教育方针，依法履行教师职责，维护社会稳定和校园和谐。不得有损害国家利益和不利于学生健康成长的言行。

二、敬业爱生。忠诚人民教育事业，树立崇高职业理想，以人才培养、科学研究、社会服务和文化传承创新为己任。恪尽职守，甘于奉献。终身学习，刻苦钻研。真心关爱学生，严格要求学生，公正对待学生，做学生良师益友。不得损害学生和学校的合法权益。

三、教书育人。坚持育人为本，立德树人。遵循教育规律，实施素质教育。注重学思结合，知行合一，因材施教，不断提高教育质量。严慈相济，教学相长，诲人不倦。尊重学生个性，促进学生全面发展。不拒绝学生的合理要求。不得从事影响教育教学工作的兼职。

四、严谨治学。弘扬科学精神，勇于探索，追求真理，修正错误，精益求精。实事求是，发扬民主，团结合作，协同创新。秉持学术良知，恪守学术规范。尊重他人劳动和学术成果，维护学术自由和学术尊严。诚实守信，力戒浮躁。坚决抵制学术失范和学术不端行为。

五、服务社会。勇担社会责任，为国家富强、民族振兴和人类进步服务。传播优秀文化，普及科学知识。热心公益，服务大众。主动参与社会实践，自觉承担社会义务，积极提供专业服务。坚决反对滥用学术资源和学术影响。

六、为人师表。学为人师，行为示范。淡泊名利，志存高远。树立优良学风教风，以高尚师德、人格魅力和学识风范教育感染学生。模范遵守社会公德，维护社会正义，引领社会风尚。言行雅正，举止文明。自尊自律，清廉从教，以身作则。自觉抵制有损教师职业声誉的行为。

以上各条，特向全校师生和社会作出公开承诺，如有违反，本人愿接受学校的批评、警告以及主管部门处分等处罚措施，欢迎学生、家长、学校和社会等各方面积极配合，共同监督。

## 13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容

本课程实施大纲是对课程的教学内容、教学实施方案、师资情况、教学方法及其他与本课程相关的内容说明。请各位同学务必在课前认真阅读本大纲，并做好课前准备。

## 13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望

本课程实施大纲由任课老师指定，教师对大纲中阐述的标准和期望能很好地理解和执行。同时，希望上课同学也能将本大纲的要求贯穿本课程。

# 其他说明

如果同学们对本课程实施有意见和建议，欢迎大家提出，我会在今后的教学过程中不断的完善课程实施大纲，以便更进一步的提高教育质量。

进度安排可能会根据实际授课情况有所调整。