**（01）《化工原理》教学大纲**

**一、课程基本信息**

|  |  |
| --- | --- |
| 课程中文名称： | 化工原理 |
| 课程英文名称： | Unit Operations of Chemical Engineering |
| 课程类别： | 必修 |
| 适用专业： | 化学 |
| 开课学期： | 第5期 |
| 总 学 时： | 48 |
| 总 学 分： | 3 |
| 先修课程（编号）： | 高等数学、大学物理、物理化学 |
| 并修课程（编号）： | 化工原理实验，化工原理课程设计 |
| 课程简介： | 化工原理课程是化学工程与工艺类及相近专业的技术基础课，它在基础课和专业课之间起着承前启后、由理及工的桥梁作用，它是综合运用数学、物理、化学等基础知识分析和解决化工过程中各种单元操作问题的工程学科。从基础理论、设备构造、设计方法、工程操作及组织实施实验等方面对学生进行全面训练。该课程在教学内容上强调工程观点，强调理论和实际相结合，对学生树立工程观念，提高学生分析、解决实际问题的能力有着重要的作用。 |
| 建议教材： | 夏清, 贾绍义. 化工原理（上、下册）（第2版）[M]. 天津: 天津大学出版社, 2012. |
| 参 考 书： | [1] 姚玉英. 化工原理（上、下册）（新版）[M] . 天津: 天津大学出版社, 1998.  [2] 赵汝溥, 管国锋. 化工原理[M]. 北京: 化学工业出版社, 1995.  [3] 大连理工大学化工原理教研室. 化工原理（上、下册）[M] . 大连: 大连理工大学出版社, 1992  [4] 陈敏恒, 丛德滋, 方图南, 等. 化工原理（上、下册）（第四版）[M].北京: 化学工业出版社, 2015.  [5] 朱家骅, 叶世超. 化工原理（上册）[M]. 北京: 科学技术出版社, 2005.  [6] 叶世超, 夏素兰. 化工原理（下册）[M]. 北京: 科学技术出版社, 2012.  [7] Warren L. McCabe, Julian C.Smith, Peter Harriott. Unit Operations of Chemical Engineering (Sixth Edition) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.  [8] 姚玉英. 化工原理例题与习题（第三版）[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.  [9] 柴成敬, 王军, 陈常贵, 等. 化工原理课程学习指导[M]. 天津: 天津大学出版社, 2003.  [10] 匡国柱. 化工原理学习指导[M] . 大连: 大连理工大学出版社, 2002. |

**二、课程教育目标**

1. 掌握工程实际问题的分析处理方法及选用；

2. 掌握单元操作的基本原理、典型设备的结构特点及性能；培养学生的工程技术经济观，通过单元操作设备设计、选型原则和方法的学习，掌握不同单元操作的选用方法、典型设备的设计（选型）计算方法；

3．培养学生初步分析、解决工程实际问题的能力，能够分析过程影响因素，提出调节过程的措施；

4．培养学生组织、实施工程实验，获取设计、计算所需数据的能力；

5．培养学生阅读化工相关关文献、使用化工常见图表的基本能力。

三、课程目标、教学目标与毕业要求对应关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 培养要求 | 培养要求指标点 | 对应课程目标 | 教学目标 |
| 培养要求1基础及专业基础的综合应用 | 1能够将数学、物理、计算机技术等相关学科知识用于解决化学学科的复杂问题、并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 课程目标1，2，3，4，5 | 目标1：掌握工程实际问题的分析、处理方法；掌握各单元操作的基本原理；掌握典型设备的结构特点及设计选型方法；具备初步的技术经济思想，掌握生产过程调控的基本思路；掌握组织实施工程实验的基本方法。 |
| 培养要求2专业基础知识 | 2、能够将无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、化工原理和仪器分析等的基础知识、基本原理和基本实验技能用于设计实验方案和开发化学产品。 | 课程目标1，2，3，4，5 | 能够应用所得各单元操作基本规律对过程规律进行表述、评价；分析影响过程规律的因素，提出强化（削弱）过程的措施；能够根据生产任务，在技术经济思想指导下正确设计（选型））所需设备，并掌握设备操作调控要点。在组织实施工程实验过程中，掌握合理的流程组建方法、工程参数的基本测量方法和数据处理误差判断方法。 |

**四、教学基本要求**

绪论

掌握的内容：

1、掌握单位换算方法；

2、掌握物、热衡算的原则以及衡算的方法和步骤。

熟悉的内容：

1、熟悉单元操作的概念及其在化工过程中的地位。

了解的内容：

1、了解化工原理的目的、任务、化学工程的发展简史；

2、了解过程速率、平衡关系。

第一章 流体流动

掌握的内容：

1、流体的密度和粘度的定义、单位、影响因素及数据获取；

2、压强的定义、表达方法、单位换算；

3、流体静力学方程、连续性方程、柏努利方程及其应用；

4、流体的流动类型及其判断、蕾诺准数的物理意义、计算；

5、流体阻力产生的原因、流体在管内流动的机械能损失计算；

6、管路的分类、简单管路计算及输送能力核算；

7、液柱式压差计、测速管、孔板流量计和转子流量计的工作原理、基本结构、安装要求和计算；

8、因次分析的目的、意义、原理、方法、步骤；

熟悉的内容：

1、流体的连续性和压缩性，定常态流动与非定常态流动；

2、层流与湍流的特征；

3、圆管内流速分布公式及应用；

4、Hagon-Poiseeuille方程推导和应用；

5、复杂管路计算的要点；

6、正确使用各种数据图表；

了解的内容：

1、牛顿粘性定律，牛顿流体与非牛顿流体；

2、边界层的概念、边界层的发展、层流底层、边界层分离。

第二章 流体输送机械

掌握的内容：

1、离心泵的结构、工作原理、性能参数、特性曲线及应用；

2、影响离心泵性能的主要因素，离心泵特性曲线测定；

3、管路特性曲线，离心泵的工作点及流量调节；

4、允许吸上真空高度、允许气蚀余量，确定泵的安装高度；

5、离心泵的设计型计算与操作型计算、离心泵的操作要点；

熟悉的内容：

1. 离心泵的组合操作及选择组合形式的原则；
2. 往复泵的结构、工作原理、性能参数、特性曲线、操作要点与应用。

了解的内容：

1、离心力场中的流体静压强分布；

2、了解其它泵的工作原理。

第四章 传热

掌握的内容：

1、热传导基本原理，一维定常态傅立叶定律及应用，平壁及圆筒壁一维定常态热传导计算与分析；

2、对流传热基本原理，牛顿冷却定律，影响对流传热的主要因素；

3、无相变管内强制对流的α关联式及应用；Nu、Re、Pr、Gr等的物理意义及计算。正确选用α的计算式，注意其用法和使用条件；

4、传热计算：传热速率方程与热负荷的计算、平均温差推动力、总传热系数、污垢热阻、壁温计算、传热面积、加热程度和冷却程度计算、强化传热的途径；

熟悉的内容：

1、对流传热系数经验式建立的一般方法；

2、蒸汽冷凝、液体沸腾对流传热系数计算；

3、传热效率、传热单元数及其在传热操作型计算中的应用；

4、热辐射的基本概念、两灰体间辐射传热计算；

5、列管换热器的结构及选型计算。

了解的内容：

1、加热剂、冷却剂的种类和选用；

2、各种常用换热器的结构特点及应用；

3、高温设备热损失计算。

第六章 蒸馏

掌握的内容：

1、双组分理想体系的汽液平衡：拉乌尔定律、泡点方程、露点方程、汽液平衡图、挥发度与相对挥发度定义及应用、相平衡方程及应用；

2、精馏原理与流程；

3、精馏塔的物料衡算、操作线方程和q线方程及物理意义、图示及应用；

4、双组分连续精馏塔计算及操作调节、分析：恒摩尔流假设、理论板、等板高度、汽液两相的摩尔流率、回流比选用与最小回流比、加料热状况影响及选择、全塔效率、单板效率、理论板数的确定。

熟悉的内容：

1、平衡蒸馏与简单蒸馏的流程、特点、计算；

2、精馏装置的热量衡算；

3、非常见的二元连续精馏塔计算：直接蒸汽加热、多股进料与多股出料、提馏塔、塔顶采用分凝器、冷液回流；

4、Fenske方程、Gilliland关联图，捷算法。

了解的内容：

1、非理想物系的汽液平衡]；

2、间歇精馏的特点、计算步骤及应用；

3、恒沸精馏、萃取精馏的特点及应用；

4、精馏节能技术进展。

**五、教学内容与学时安排**

绪论

重点：化工原理的工程性及研究方法。

难点：物、热衡算。

主要知识点：化工原理的性质、内容、任务和研究方法；物、热衡算，平衡及速率关系；单位及单位换算；因次及因次式。

参考学时：2学时

第一章 流体流动

重点：连续性方程；机械能衡算式。

难点：柏努利方程式的应用；边界层的形成与分离。

主要知识点：流体的性质（密度、重度、比重、比容、粘度）；流体的静压强、静力学方程式及其应用；流量、流速的各种表达方式及计算；定常流动与非定常流动的概念；流动系统的物料衡算与连续性方程；流动系统的能量衡算与机械能衡算式；牛顿型流体与非牛顿型流体的概念；流动类型及特点；边界层的概念（形成、发展与分离）；管内流速分布；管路能耗的原因、计算及影响因素（粗糙度的概念、摩擦系数、因次分析法）；管路计算的方法；流量、流速的测量方法（测速管、孔板流量计、文丘里流量计、转子流量计的结构和原理）。

参考学时：12学时

|  |  |
| --- | --- |
| 章 节 名 称 | 学 时 分 配 |
| §1-0概述  §1-1流体的物理性质 | 2 |
| §1-2流体静力学基本方程 | 2 |
| §1-3流体流动的基本方程 | 2 |
| §1-4流体流动现象 | 2 |
| §1-5流体在管内的流动阻力 | 2 |
| §1-6管路计算 | 1 |
| §1-7流量测量 | 1 |

第二章 流体输送设备

重点：离心泵的特性和选用。

难点：离心泵的基本方程式；离心泵的安装高度；离心泵的组合操作。

主要知识点：离心泵的结构（主要部件及其作用）；工作原理；类型；气缚现象产生的原因及消除措施；离心泵的理论流量与理论扬程、离心泵的基本方程式及影响扬程、流量的主要因素；离心泵的主要性能参数（流量、扬程、轴功率、效率）；特性曲线的测定、换算和应用；离心泵的工作点及其调节；气蚀现象（避免措施）、最小气蚀余量、允许气蚀余量、最大吸上真空高度；允许吸上真空高度等概念及测定；泵的安装高度的确定；泵的主要型号及选择原则；正位移式输送设备的特点及操作要点。

参考学时：8学时

|  |  |
| --- | --- |
| 章 节 名 称 | 学 时 分 配 |
| §2-0概述  §2-1离心泵  §2-2其他类型的液体输送机械 | 0.5  6.5  1 |

第四章 传热

重点：传热基本方程式；对流传热系数的影响因素及计算。

难点：对流传热过程分析；最小值流体；

主要知识点：传热的基本方式及特点；定常传热及非定常传热的概念；傅立叶定律，一维定常导热的计算（平壁圆筒壁及球壁）；导热系数及其影响因素；对流传热过程分析，牛顿冷却定律，传热基本方程式及其应用（传热速率、平均温差、传热系数、污垢热阻和控制热阻）；热效率与传热单元数的概念及计算；对流传热的主要影响因素，对流传热系数准数关联式（熟练掌握管内强制湍流对流传热系数），壁温估算；辐射传热的基本概念，黑体、白体（镜体）、透热体和灰体，普郎克定律，斯蒂芬-波尔茨曼定律，克希霍夫定律，两物体间的辐射传热速率计算，角系数的概念，热损失的计算；常用换热器的结构特点，换热器设计原则、步骤。

参考学时：10学时

|  |  |
| --- | --- |
| 章 节 名 称 | 学 时 分 配 |
| §4-1概述 | 0.5 |
| §4-2热传导 | 2 |
| §4-3对流传热概述 | 2 |
| §4-4传热过程计算 | 2 |
| §4-5对流传热系数关联式 | 1.5 |
| §4-6辐射传热 | 1 |
| §4-7换热器 | 1 |

第六章 蒸馏

重点：两组分的相平衡关系；两组分联系精馏的计算；影响精馏过程的主要因素。

难点：单板效率，确定回流比，间歇精馏。

主要知识点：两组分物系的汽液平衡关系，t-x-y图, x-y图，拉乌尔定律，泡点方程、露点方程、相对挥发度及其影响因素；精馏原理；双组分连续精馏塔的物料衡算，恒摩尔流假设，理论板的概念，操作线方程，进料热状况，q的意义及计算，最小回流比的概念及确定，回流比对精馏过程的影响，理论板数的确定；（图解法，逐板计算法及简捷法）；点效率、板效率和塔效率的概念，实际塔板数的确定；精馏装置的热衡算；平衡蒸馏、简单蒸馏的特点及计算，间歇精馏的特点及计算步骤；恒沸精馏、萃取精馏的概念；精馏塔全塔效率及点效率的测定方法。

参考学时：16学时

|  |  |
| --- | --- |
| 章 节 名 称 | 学 时 分 配 |
| §6-1概述  §6-2两组分溶液汽液平衡 | 2 |
| §6-3平衡蒸馏和简单蒸馏 | 1 |
| §6-4精馏原理和流程 | 1 |
| §6-5两组分连续精馏的计算 | 10 |
| §6-6间歇精馏 | 1 |
| §6-7恒沸精馏和萃取精馏 | 1 |

**六．作业要求**

一）、作业要求：

1.每次上课应布置作业，以计算题为主。每周交一次作业，防止缺交或迟交。

2.作业必须做在作业本上、用钢笔或圆珠笔按一定规格书写，要求字迹清楚，防止漏题不做。

3.教师按“A”、“B”、“C”、“D”、“E”五级记分每次登记作业情况，期末计算作业成绩。

4.在每学期末，主讲教师必须将平时成绩登记册、试卷、参考答案与评分标准、试卷分析、成绩分析等教学资料交资料室存档。

二）、批改要求

1.批改作业数量：教师每次批改作业量应为总人数的1/3~1/2。

2.每次所批改作业按五级分给出成绩，对作业中普遍存在的问题进行评讲。

三）、作业次数、作业量（含课堂练习）

绪论

次数 1 习题量 2

第一章 流体流动

次数3 习题量 8~10

第二章 流体输送机械

次数 2 习题量 3~4

第四章 传热

次数 2 习题量4~6

第六章 蒸馏

次数 3 习题量8~10

**七．考核方式**

化工原理课程考核实行教考分离，并以闭卷笔试考核为主。对教学要求相同、进度相同的班级进行统一考试，统一阅卷和评定成绩。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 考核方式 | 评价 | 评估教学目标 | 培养要求 |
| 考勤  （计入平时成绩） | 旷课一次扣平时成绩10分，累计超过总课时的20%者，取消考核资格；迟到一次扣5分。 | 1,2,3,4,5 | 1，2。 |
| 作业  （计入平时成绩） | 作业评分标准：以十次作业为例。每次最高等级10分，按质量分为A，B，C，D，E不同等级；（按等级依次递减分值）。总分100分 |
| 考试  （计入卷面成绩） | 重点测试学生的实际应用专业知识、解决工程实际问题的能力以及设计计算能力。考试分上、下册两次分别进行。总分100分。  绪论0~5分  第一章流体流动 30~40分  第二章流体输送机械10~20分  第四章传热20~30分  第六章蒸馏20~30分 | 1,2,3,4,5 | 1，2。 |

**八．课程成绩评定**

按平时成绩30~40%和卷面成绩70~60%评定课程成绩。