

《化工原理》考试大纲

复习要求:

熟练掌握最基本的单元操作的基本概念和基础理论,对单元过程的典型设备具备基础的判断和选择能力;

掌握本大纲所要求的单元操作的常规计算方法,常见过程的计算和典型设备的设计计算或选型;

熟悉运用过程的基本原理,根据生产上的具体要求,对各单元操作进行调节;

了解化工生产的各单元操作中的故障,能够寻找和分析原因,并提出消除故障和改进过程及设备的途径。

复习内容:

绪论

1. 化工过程与单元操作的关系

化工生产过程的特点

单元操作的任务

2. 《化工原理》课程的性质,内容

基础理论 典型单元操作

3. 《化工原理》课程规律和重要基础概念

物料衡算 能量衡算 单位换算和公式转换

基本要求:

了解《化工原理》课程的性质和学习要求。

重点:

化工原理课程中三大单元操作的分类和过程速率的重要概念的内涵。

难点:

使学生通过对课程性质的了解,把基础课程的学习思维逐步转移到对专业技术课程的学习上,在经济效益观点的指导下建立起“工程”观念。

第一章 流体流动

1. 概述

流体的特性 连续介质模型

2. 流体静力学原理和应用

流体密度 流体静压强 流体静力学基本方程 U型压差计

3. 流体流动中的守恒定律

流体流动的连续性方程及其应用 定态流动

柏努利方程及其几何意义和应用 流线 与 轨线

4. 流体流动的阻力

管流现象 流动型态——层流和湍流

雷诺数的物理意义和临界值 流动阻力分析 管流阻力计算

牛顿粘性定律 管流速度分布 边界层的发展和分离

5. 流体流动阻力的计算

直管阻力计算式 层流时的摩擦系数 湍流时的摩擦系数

海根-泊稷叶公式 布拉修斯公式 范宁公式

局部阻力系数法和当量长度法 非圆管道的当量直径计算法

因次分析法 Moody 图及其使用

6. 管路计算

简单管路与复杂管路 简单管路计算的方程组

管路的设计型计算 管路的操作型计算

空气、水在管中的常用流速范围 简单管路的典型试算法

7. 流速和流量的测量

皮托管 孔板流量计 文丘里流量计 转子流量计

基本要求:

熟练掌握流体静力学基本方程式, 连续性方程式和柏努利方程式及其应用; 正确理解流体的流动类型和流动阻力的概念; 掌握流体流动阻力的计算, 简单管路的设计型计算和输送能力的核算。了解测速管, 文丘里流量计, 孔板流量计和转子流量计的工作原理和基本计算。

重点:

流体流动过程中的基本原理及流体在管内的流动规律; 柏努利方程式的应用; 流体在管道内的流动阻力产生的原因和摩擦阻力的计算; 简单管路的计算。

难点:

流体的不同流型的摩擦系数及其计算, 简单管路的设计型计算和输送能力的核算。

第二章 流体输送机械

1. 概述

离心泵的结构和工作原理

2. 离心泵的基本方程

欧拉方程 速度三角形

3. 离心泵的特性曲线及影响因素

泵的流量、扬程、轴功率和效率参数 升扬高度 扬程、轴功率

效率与流量的关系曲线 泵的设计点和离心泵的铭牌参数

液体物理性质对特性曲线的影响 泵的转速和叶轮直径对特性曲线的影响

4. 离心泵的工作点和流量调节

管路特性曲线方程式 改变阀门的开度、改变泵的转速及叶轮直径对离心泵工作点的影响 离心泵的串联和并联

5. 离心泵的安装和选型

汽蚀现象 安装高度计算 离心泵的类型 离心泵的选型

基本要求:

了解离心泵的结构及基本方程式; 掌握离心泵的性能参数及影响因素、泵的特性曲线、工作点和流量调节; 掌握离心泵安装高度的确定原则; 正确选用离心泵、风机的型号。

重点:

离心泵的特性曲线及其影响因素 ; 管路特性曲线方程式。

难点:

离心泵的基本方程式 ; 离心泵的工作点的改变 ; 离心泵安装高度的计算。

第三章 颗粒流体力学基础与机械分离

1. 概述

非均相物系 非均相物系分离的理论依据

颗粒流体力学的研究内容 非均相分离的方法和用途 机械分离

2. 颗粒的几何特性

单颗粒的特性 颗粒群的特性 颗粒床层的特性

3. 液体过滤与过滤设备

固定床层的流动现象 毛细管束流动模型 模型参数的估值

柯士尼公式和欧根公式 过滤的分类 过滤速度基本计算式

过滤常数和过滤基本方程式及其应用 常见过滤设备的结构和操作与计算

4. 颗粒沉降与沉降设备

重力沉降过程和沉降速度的基本概念 颗粒重力自由沉降计算式

沉降室的工艺计算 离心沉降的基本原理

旋风分离器的工艺计算

5. 固体流态化

固体颗粒床层的分类 流态化操作特点 固体流态化的流体力学特性曲线

基本要求：

球形颗粒和均匀床层的特性的理解；一维固定床层的流动压降的计算。正确理解液体过滤操作的基本原理；掌握过滤基本方程式及其应用；掌握过滤过程及设备的计算和过滤常数的测定方法。了解重力沉降运动的基本原理，掌握重力沉降设备的计算。

重点：

影响固定床层流动压降的主要因素；恒压过滤基本方程式及其应用；板框过滤机的操作和工艺计算；球形颗粒的重力自由沉降速度的计算；斯托克斯公式；除尘室的生产能力计算。

难点：

可压缩滤饼的过滤常数的理解与应用；滤布阻力的确定与当量滤饼层概念的引入；颗粒沉降的因次分析法的应用；应用直接判据法计算沉降速度。

第四章 传热及换热器

1. 概述

传热的基本方式 冷、热流体热交换的形式 传热速率和热通量及其相互关系
传热在化工生产中的应用

2. 热传导

温度场与傅立叶定律 导热系数的物理意义 温度和压力对导热系数的影响
平壁和圆筒壁的热传导过程的特点 壁内温度分布形式 接触热阻
热传导速率的计算式

3. 对流传热

对流传热过程分析 对流传热过程的分类 牛顿冷却定律
影响对流传热系数的主要因素 无相变化流体的对流传热系数准数关联式
有相变化流体的传热系数关联式 对流传热系数的一般范围
传热系数计算公式中的解析方法、因次分析法和纯经验法的应用

4. 传热过程计算

冷、热流体间壁传热过程的分解 传热速率方程式及其物理意义
无相变化与有相变化时热负荷的计算 恒温传热与变温传热平均温差
推导对数平均温度差的简化假设条件 总传热系数的意义和计算
传热面积的计算与壁温的估算
换热器的设计型计算 换热器的核算型计算

5. 换热器

换热器的分类 传热过程的强化途径 换热器的设计与选型

基本要求:

熟练掌握热传导的基本原理, 傅立利定律, 平壁与圆筒壁的稳定热传导及计算, 掌握对流传热的基本原理, 牛顿冷却定律, 对流传热系数关联式的用法和条件; 熟练运用传热速率方程并对热负荷、平均温度差、总传热系数进行计算; 要求能够根据计算结果及工艺要求选用合适的换热器。了解列管换热器的结构特点及其应用。

重 点:

傅立叶定律及其一维稳态热传导应用; 牛顿冷却定律和影响对流传热系数的主要因素; 流体在圆形直管内强制湍流传热及对流传热系数的计算; 换热器的热负荷计算, 对数平均温度差的计算; 总传热系数的计算; 换热器的设计型计算。

难 点:

传热过程中传热速率、传热推动力和热阻的基本概念; 流体的相态的物理性质, 流动状况和类型以及传热设备的型式对对流传热过程的影响; 对流传热系数的类比法的应用, 换热器的总传热系数与对流传热系数的关系及其简化应用; 换热器的核算型计算。

第五章 气 体 吸 收

1. 概述

吸收与传质 物理吸收与化学吸收 吸收与解吸 溶剂的选择

2. 汽液相平衡

平衡溶解度 过程方向判断与过程推动力

3. 分子扩散

分子扩散速率 (菲克定律) 分子扩散传质速率
组分在气相、液相中的分子扩散系数

4. 对流传质

吸收过程 吸收机理模型 对流传质速率 总传质系数

5. 填料塔中低浓度气体吸收过程的计算

填料塔简介 低浓度气体吸收的特点 物料衡算 填料层高度的计算
传质单元高度的计算 传质单元数的计算 填料吸收塔的设计型计算
填料吸收塔的操作型计算

基本要求:

掌握吸收的概念、类型和目的; 了解解吸的概念; 掌握溶剂选择的原则; 掌握亨利定律三种表达形式及相关的计算; 掌握吸收与解吸的过程方向判断及过程推动力的计算。了解菲克定律的适用范围; 掌握等摩尔相向分子扩散和分子单向扩散时, 分子扩散速率与传质速率之间的关系; 掌握摩尔相向分子扩散和分子单向扩散传质速率积分式的区别; 了解气、液相分子扩散系数。了解吸收过程; 掌握双膜理论; 掌握汽、液相总传质系数的计算方法, 以及推动力与阻力的关系; 掌握气膜控制和液膜控制; 掌握物料衡算和操作线方程; 掌握汽、液相总传质单元高度及总传质单元数常用的计算方法; 掌握设计型和操作型计算; 了解其它吸收流程。

重 点:

溶剂选择, 亨利定律, 菲克定律, 双膜理论, 汽、液相总传质系数, 操作线, 平衡线, 设计型和操作型计算。

难 点:

分子扩散传质速率积分式; 操作型的计算及判断题。

第六章 液 体 蒸 馏

1. 概述

蒸馏原理与蒸馏操作 闪蒸

2. 双组分体系的汽液平衡

理想体系的汽液平衡 非理想体系的汽液平衡

3. 双组分简单蒸馏

简单蒸馏

4. 双组分连续精馏

连续精馏原理与过程分析 基本型连续精馏塔的设计型和操作型计算

其它类型的连续精馏

5. 间歇精馏

间歇精馏特点与计算

6. 特殊精馏

萃取精馏 恒沸精馏

基本要求:

了解蒸馏与蒸发的区别;掌握相对挥发的定义;了解闪蒸的原理;掌握用安托因方程计算平衡的汽液相组成;掌握“ $t-x-y$ ”图线、泡点线和露点线;了解总压对泡点线和露点线的影响;了解正、负偏差溶液的形成和特点。了解简单蒸馏的计算;掌握精馏原理及回流的定义;掌握全塔物料衡算;掌握恒摩尔流假设;掌握五种进料状态;掌握平衡线、 q 线、精馏段操作线和提馏段操作线;掌握理论板的定义及全塔效率的概念。掌握全回流、最小回流比和最佳加料板位置的概念;掌握进料状态对理论塔板数的影响;掌握设计型计算中图解法、逐板计算法求解理论塔板数的方法;了解吉利兰快速估值法和芬斯克方程求最少理论塔板数。在操作型计算中,掌握进料浓度、回流比的变化对塔顶产品和塔底产品的影响。了解直接蒸汽加热、分凝器、冷液回流、侧线出料和回收塔各自的特点。了解间歇精馏的特点与计算,了解特殊精馏的特点。

重 点:

相对挥发度,“ $t-x-y$ ”图线,精馏原理,恒摩尔流假设,进料状态,操作线方程,操作型计算和设计型计算。

难 点:

“ $t-x-y$ ”图线,精馏原理,操作型计算与判断。

第七章 气 液 传 质 设 备

1. 概述

塔设备的分类 塔设备的性能指标

2. 填料塔

填料塔的结构 填料的种类 填料塔的流体力学性能和气液传质
填料塔附件 等板高度

3. 板式塔

板式塔的结构 塔板的型式 塔板的流体力学性能 塔板效率

4. 填料塔和板式塔的比较

两种塔型的异同点 塔型的选择

基本要求:

了解填料塔和板式塔的主要构件;掌握塔内气液两相的流动状况和传质特性;了解常见的不正常操作情况和评价设备的基本性能;熟悉常规塔设备的一般计算方法。

重 点:

气体通过填料层的压力降；影响泛点气速的主要因素。板式塔的负荷性能图；筛板塔的设计。

难点：

填料塔压降通用关联图及其应用；板式塔的操作参数与塔板结构尺寸的关系。

第八章 固体干燥

1. 概述

2. 湿空气的性质和湿度图

湿空气的性质 湿空气的“ $I-H$ ”图及其应用

3. 干燥过程的物料衡算和热量衡算

物料衡算 热量衡算 干燥器出口空气状态的确定 干燥器的热效率和干燥效率

4. 干燥速率和干燥时间

物料中所含水分的性质 干燥速率及其影响因素 恒定干燥条件下干燥时间的计算

5. 干燥器

干燥器的类型

基本要求：

了解湿分的定义、去湿的方法及干燥的分类；了解干燥过程的必要条件和干燥推动力。掌握湿空气的主要性质，它们的定义和计算公式；掌握湿空气的“ $I-H$ ”图及其中的五种线；掌握确定湿空气状态的三种条件及由状态点确定空气有关参量。掌握物料干燥过程的物料衡算和热量衡算；掌握等焓和非等焓干燥过程确定干燥器出口状态空气；掌握干燥器的热效率和干燥效率的定义。了解物料中所含水分性质；掌握平衡水分与自由水分、结合水分与非结合水分的概念；掌握干燥速率的定义及干燥速率曲线；掌握临界水含量的概念；了解影响恒速干燥和降速干燥的因素。掌握恒速和降速段干燥时间的计算方法。了解干燥器的主要型式及它们的特点。

重点：

湿空气性质，物料衡算和热量衡算，干燥速率和干燥速率曲线，临界水含量，干燥时间的计算。

难点：

露点，湿球温度，绝热饱和温度，影响恒速干燥和降速干燥的因素。

实验复习内容

1. 流体流动阻力测定实验

基本要求：

测定流体流过光滑管与粗糙管的直管阻力，作出实测的摩擦系数与雷诺数曲线，并与教材中推荐的经验曲线或理论关系曲线相比较；测出一定开启度的闸阀的局部阻力系数数值。

重点：

保证实验中的流动稳定，正确读取转子流量计读数和U型压差计及压差传感器的读数。

难点：

实验系统的气体排除，倒U型管压差计及压差传感器的使用。

2. 离心泵性能特性曲线测定实验

基本要求:

测定离心泵在一定转速下输送水的特性曲线,即压头、轴功率和泵效率与流量曲线。

重 点:

了解离心泵的结构,操作要点;仪器的使用方法各操作参数的测定方法。

难 点:

离心泵的灌泵和启动;真空表和压力表的正确读数;涡轮流量计的正确使用;扭矩仪及压差传感器的正确读数。

3.恒压过滤常数测定实验

基本要求:

熟悉板框压滤机的结构与操作,对碳酸钙与水悬浮液作恒压过滤实验,测出恒压下的过滤常数,并根据不同压力下的过滤常数回归出压缩性指数值。

重 点:

悬浮液的配制和输送;过滤过程管路中的阀门正确操作;滤液计量的准确可靠。

难 点:

控制悬浮液的浓度均匀,防止固体颗粒沉淀。

4. 固体流态化实验

基本要求:

熟悉固体颗粒床层的结构与操作,测出气固相床层的流体力学特性曲线,即流动压降与表观气速关系曲线。

重 点:

颗粒床层的均匀性;流动压降的正确测定。

难 点:

控制流量均匀,防止颗粒床层严重的沟流和节涌。

5.对流给热系数测定实验

基本要求:

观察水蒸气在管外壁面冷凝的现象;学会用热电阻测量内管壁温的原理及测定方法,测出“水与水蒸汽”或“空气与水蒸汽”体系的传热膜系数,并与由经验式计算值相比较。

重 点:

了解套管换热器的结构;蒸汽中冷凝水和不凝性气体排放;流体流量的稳定;热电阻的温度正确读取。

难 点:

保持蒸汽压力恒定;使传热处于稳定状态;冷凝液的液面恒定。

6.吸收(解吸)实验

基本要求:

观察填料塔内的气液流动现象;学会气相色谱仪、二氧化碳气敏电极的测定方法及原理,测出“二氧化碳、空气与水”体系的体积传质系数。

重 点:

了解填料塔的结构,气液流量的稳定;二氧化碳浓度的正确测定。

难 点:

二氧化碳气敏电极的熟练使用;使传质处于稳定状态;塔底液位的恒定。

7.精馏实验

基本要求:

掌握双组分连续精馏塔的实验原理及测定方法,测定“乙醇与水”体系的全塔效率或等板高度。

重 点:

了解精馏塔的结构;全回流条件下的总板效率或等板高度的测定。

难 点:

非理想物系的理论塔板数的求取。

8.干燥速率曲线测定实验

基本要求:

在恒定干燥条件下测定干燥曲线,求出“湿空气,湿毡与水体系”的临界含水量及临界干燥速率;了解称重传感器、自动记录仪和电加热控温仪的原理和使用方法。

重 点:

恒定干燥条件的建立;湿物料的正确配制和称量。干燥过程中湿物料的含水量随时间的变化规律。

难 点:

准确掌握湿物料的加入水量;正确调节和使用称重传感器。

参考教材:

1. 管国锋,赵汝溥.《化工原理》(第二版),化学工业出版社,2003
2. 冯晖,居沈贵,夏毅.《化工原理实验》,东南大学出版社,2003