甘肃省高等教育自学考试
课程考试大纲

专业名称：化学工程与工艺（专升本）

专业代码：081301

课程名称：化学反应工程（05044）

甘肃省高等教育自学考试委员会　　制定

2024 年 3 月

目　录

Ⅰ．能力考核要求

Ⅱ．考试形式和试卷结构

Ⅲ．考试内容和考核要求

Ⅳ．题型示例

Ⅰ．能力考核要求

“化学反应工程”是全国自学考试化学工程与工艺专业专升本的专业课。该课程主要任务是基于物料衡算、反应动力学、热力学、动量传递、质量传递、热量传递和化学计量学等的原理和公式，建立化工反应工程计算的数学模型，应用于工程设计和放大。主要内容包括：①均相单一反应和复合反应动力学、气固催化反应本征动力学和宏观动力学、气液反应动力学；②理想和非理想均相反应、气固催化反应和气液反应器；③理想和非理想均相反应、气固催化反应和气液反应器。

本课程的考核目的在于检验考生掌握本课程基本知识情况和运用所学方法解决化学反应工程中实际问题的能力。

学习本课程应具备化工原理、物理化学等基础知识。

本课程要求考核识记、领会、简单应用、综合应用四种能力。四种能力层次解释为：

识记：要求考生知道本课程中的名词、概念、原理、知识的含义，并能够正确认识或识别。

领会：要求在识记的基础上，能够把握本课程中的基本概念、基本原理和基本方法，掌握有关概念、原理、方法的区别与联系。

简单应用：要求在领会的基础上，运用本课程中的基本概念、基本原理和基本方法中的少量知识点，分析和解决一般的理论问题或实际问题。

综合应用：要求考生在简单应用的基础上，运用学过的本课程规定的多个知识点，综合分析和解决稍复杂的理论和实际问题。

Ⅱ．考试形式和试卷结构

考试要求：本课程考试采用闭卷考试方式，考试的时间为 150 分钟，试卷总分为 100 分，60 分为及格，考试时可以携带计算器。

考核范围：本大纲考试内容所规定知识点及知识点下的知识细目，都属于考核范围。

试卷分数比例：本课程在试卷中对不同能力层次要求的分数比例大致为：识记占 20%，领会占 30%~40%，简单应用占 30%，综合应用占 10%~20%。

试卷难度：试卷中试题的难度可分为：易、较易、较难和难四个等级。每份试卷中不同难度试题的分数比例一般为：2：3：3：2。

试卷题型：课程考试命题的主要题型一般有：判断题、名词解释、填空题、单项选择题（四选一）、多项选择题（五选多）、简答题、计算题、论述题、综合分析题、案例分析题等。在命题工作中必须按照本课程大纲中规定的题型命题，考试试卷使用的题型可以略少，但不能超出大纲规定的范围。

Ⅲ. 考试内容和考核要求

第一部分 均相单一反应动力学和理想反应器

一、考试内容

1.基本概念

2.建立动力学方程的方法

3.化学反应器设计基础

4.等温条件下理想反应器的设计分析

5.非等温条件下理想反应器的设计

二、考核要求

1.基本概念

识记：化学反应工程的概念、化学反应工程的性质和任务，化学反应工程的研究方法。

领会：化学与化学反应工程的关系，化学反应工程的形成与发展。

简单应用：反应计量方程的表示，能够设计针对复杂化学工程问题的解决方案，设计满足特定需求的化工工艺流程与设备。

2.建立动力学方程的方法

识记：化学反应速率的表示，均相反应动力学方程的建立方法，包括积分法，微分法，最小方差分析法。

领会：不同物质表示的速率之间的关系，，积分法和微分法建立动力学。

简单应用：最小方差分析法建立动力学。

3．化学反应器设计基础

识记：反应器的分类，反应器设计的基础方程，几个时间概念：反应持续时间 t_r，平均停留时间，空间时间，空间速度，等温间歇反应过程反应时间计算和反应器设计。

领会：空间时间，间歇反应器设计方法。

综合应用：设计间歇反应器。

第二部分 复合反应与反应器选型

一、考试内容

1．单一不可逆反应过程与反应器

2．自催化反应特性与反应器选型

3．可逆反应特性与反应器选型

4．平行反应特性与反应器选型

5．连串反应特性与反应器选型

二、考核要求

1．复合反应与反应器选型

识记：不同物质表示的速率之间的关系，积分法和微分法建立动力学。

领会：最小方差分析法建立动力学。

简单应用：根据待反应对象选择分析方法。

2．理想流动反应器的组合

识记：理想流动反应器的并联操作，理想流动反应器的串联操作，不同型式反应器的组合以及最优化。

领会：平推流反应器的并联和串联操作特点及最优化，全混流反应的串联操作计算及最优化，不同型式理想反应器的最优化组合方法。

综合应用：在全混流反应器串联组中的复杂动力学计算。

3．在全混流反应器串联组中的复杂动力学计算

识记：理想流动反应器的并联操作，理想流动反应器的串联操作，不同型式反应器的组合以及最优化。

领会：平推流反应器的并联和串联操作特点及最优化，全混流反应的串联操作计算及最优化，不同型式理想反应器的最优化组合方法。

简单应用：平推流反应器的并联和串联操作特点及最优化。

4．循环反应器物理特性和数学模型

识记：中速反应化学增强因子，瞬时反应化学增强因子。

领会：双膜理论，气相传质总系数，化学增强因子，填料塔计算。

简单应用：通过循环反应器中自催化反应判断最优操作条件。

第三部分 非理想流动反应器

一、考试内容

1．概述

2．流体在反应器内的停留时间分布

3．非理想流动模型

二、考核要求

1、非理想流动反应器

识记：非理想流动反应器的并联操作。

领会：理想流动反应器的串联操作。

简单应用：不同型式反应器的组合以及最优化。

第四部分 气固相催化反应本征动力学

一、考试内容

1．气固相催化过程

2．固体催化剂

3．气固相催化反应本征动力学

4．本征动力学方程的实验测定

二、考核要求

识记：气固催化反应速率的表示方法，气固相催化过程，固体催化剂结构参数，兰格缪尔吸附模型，焦姆金吸附模型，弗鲁德里希吸附模型，双曲线型和幂函数型本征动力学。

领会：兰格缪尔型吸附模型，焦姆金吸附模型，双曲线型本征动力学。

综合应用：幂函数型本征动力学的建立及应用。

第五部分 气固相催化反应宏观动力学

一、考试内容

1．催化剂颗粒内气体扩散

2．气固相催化等温反应的宏观动力学方程

3．非等温过程的宏观动力学

4．流体与催化剂外表面间的传质和传热

5．催化剂的失活

二、考核要求

1．气固相催化反应宏观动力学

识记：气固相催化宏观动力学的概念，催化剂内气体扩散类型和扩散系数，有效扩散系数，球形和非球形催化剂有效因子计算，西勒模数与有效因子的关系，催化剂内部温度分布和中心处最高温度的估算，流体与催化剂外表面间的传质与传热。

领会：宏观动力学概念，扩散类型与扩散系数，有效因子计算。

简单应用：催化剂内扩散系数，非一级反应有效因子的数学求解。

第六部分 气固相催化反应固定床反应器

一、考试内容

1．流体在固定床内的传递特性

2．固定床催化反应器的设计

3．固定床反应器模型评述

二、考核要求

1．气固相催化反应固定床反应器

识记：颗粒定型尺寸，固定床反应器的类型和特点，流体通过固定床的压降，一维拟均相理想流动模型，等温反应器计算，单层绝热床计算，多段绝热反应器的计算，固定床反应器模型评述。

领会：流体通过固定床的压降， 等温反应器计算，单层绝热反应器计算。

综合应用：多层绝热反应器计算及最优化，固定床反应器模型的建立。

第七部分 气固相催化反应流化床反应器

一、考试内容

1．流化床的基本概念

2．流化床的工艺计算

3．流化床内反应过程的计算

二、考核要求

1．气固相催化反应流化床反应器

识记：流化床概念，气固流化床反应器特点，聚式流态化和散式流态化特点及形成条件，浓相段，稀相段，不正常流态化现象：沟流和节

涌，流化床工艺计算：反应器内径、初始流化速度、逸出速度、流化床高、流化床的热传递，流化床的鼓泡床模型和反应过程的估算。

领会：初始流化速度，逸出速度，鼓泡床模型。

简单应用：鼓泡床模型建立，反应过程的估算。

第八部分 气液相反应过程与反应器

一、考试内容

1．概述

2．气液反应动力学

3．气液反应器

二、考核要求

1．气液相反应过程与反应器

识记：气液反应步骤，气相传质总系数和化学增强因子，气液反应过程基础方程，极慢反应、慢反应、中速反应、快反应和瞬时反应的动力学特点和反应器选型，填料塔计算，鼓泡塔设计计算。

领会：双膜理论，气相传质总系数，化学增强因子，填料塔计算。

简单应用：中速反应化学增强因子，瞬时反应化学增强因子。

Ⅳ．题型示例

一、判断题

操作温度越高，物理吸附越强，化学吸附越弱。（　　）

二、填空题

_____、_____、_____和_____称为三传一反。

三、单项选择题

化学吸附的吸附热要_____物理吸附的吸附热。

A.大于　　B.小于　　C.等于　　D.不确定

四、多项选择题

工业催化剂性能的主要评价指标（　　）

A.活性　　B.选择性　　C.寿命　　D.尺寸　　E.密度

五、名词解释

反应动力学方程

六、简答题

动力学方程的实验测定时，有采用循环反应器的，为什么？

七、计算题

气相基元反应 A+2B→2 在 30℃和常压下的反应速率常数 $k_c=2.65\times10^4 m^6 kmol^{-2} s^{-1}$。现以气相分压来表示速率方程，即（$-r_A$）$=k_p P_A P_B^2$，求 k_p（假定气体为理想气体）。

参考答案

一、判断题

×

二、填空题

质量传递　热量传递　动量传递　化学反应

三、单项选择题

A

四、多项选择题

ABC

五、名词解释

定量描述反应速率与影响反应速率诸因素之间的关系的表达式称为反应动力学方程。

六、简答题

答：循环反应器行为与全混流反应器相同，可以得到反应速率的点数据，而且反应器进出口浓度差比较大，对分析精度要求不很高。

七、计算题

解：T =273+30=303K

$k_c=2.65\times10^4 m^6 kmol^{-2}\ s^{-1}$

$c=\frac{p}{RT}$

$-r_A= k_c c_A c_B^2=k_c\frac{p_A}{RT}\ (\frac{p_B}{RT})^2$

$-r_A = k_p P_A P_B^2$

$k_p =\frac{k_c}{(RT)^3}=1.655\times10 kmol.\ m^{-3}s^{-1}kPa^{-3}$