

昆明理工大学 2009 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)

考试科目代码：830

考试科目名称：化学反应工程

试题适用招生专业：化学工程、化学工艺、应用化学、工业催化

考生答题须知

1. 所有题目（包括填空、选择、图表等类型题目）答题答案必须做在考点发给的答题纸上，做在本试题册上无效。请考生务必在答题纸上写清题号。
2. 评卷时不评阅本试题册，答题如有做在本试题册上而影响成绩的，后果由考生自己负责。
3. 答题时一律使用蓝、黑色墨水笔或圆珠笔作答（画图可用铅笔），用其它笔答题不给分。
4. 答题时不准使用涂改液等具有明显标记的涂改用品。

一、判断题（正确的请打√，错的打×，全打一种符号的不得分，每题 1 分，共 15 分）

- () 1. 在反应器进出口压差较大时，必须考虑流体的动量衡算式。
- () 2. 非均相反应的特点是反应中存在相间传递过程
- () 3. 半间歇反应器中反应物系的组成仅随时间而变。
- () 4. 反应物的反应速率为负，生成物的反应速率为正。
- () 5. 工业生产上的发酵过程是一类典型的自催化反应过程。
- () 6. 流体粒子在系统进口处有进无出，在出口处有出无进的系统称为开式系统。
- () 7. 由阶跃注入法测定得到的是停留时间分布函数。
- () 8. 在气液鼓泡反应器内放置填料是为了限制液相的返混。
- () 9. 固定床内床层高与颗粒直径比大于 100 的反应器内的流体流动可视为符合全混流模型。
- () 10. 间歇反应器的实际体积中的装料系数是一个大于 1 的数。
- () 11. 在条件完全相同时，间歇反应器的体积与管式反应器的体积是相同的。
- () 12. 催化剂本身在反应前后的性质和数量都不会发生改变。
- () 13. 在催化剂颗粒内的扩散称为分子扩散。
- () 14. 与外界无热量交换的固定床催化反应器，称为绝热式反应器。
- () 15. 多段间换热式催化反应器设计目标函数是使各段催化剂用量之和最小。

二、填空题（每空 1 分，共 15 分）

1. 化学反应按热特性可分为（ ）和（ ）两类。
2. 反应 $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4$ 的关键组分为（ ）；反应 $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$ 的关键组分为（ ）。
3. 已知反应速率常数 $k=0.02(\text{kmol}/\text{m}^3) \cdot \text{h}^{-1}$ ，说明该反应为（ ）级反应。
4. 对可逆吸热反应，在温度一定时，随反应率的增加，反应速率（ ）。
5. 轴向扩散模型的模型参数是（ ）。
6. 停留时间分布的数字特征有（ ）和（ ）。
7. 间歇反应器操作条件的优化可以用（ ）或（ ）作目标函数。
8. 在循环反应器中，循环比的大小可以用来描述（ ）的大小。
9. 催化剂的密度有（ ）、（ ）和（ ）之分。

昆明理工大学 2009 年硕士研究生招生入学考试试题

三、简答题（第 1 题 8 分，第 2 题 14 分，第 3 题 9 分，第 4 题 17 分，共 48 分）

1. 由图 1 可反映出哪些信息？
2. 实际反应器中存在哪些混合现象？并说明这些现象的含义。
3. 在管式反应器中进行可逆放热的简单反应时，等温、变温、绝热操作时应如何选择最佳温度？
4. 在进行气固相催化反应的化学动力学测定前一般要先消除外扩散的影响，试说明：
 - 1) 消除外扩散影响的重要性；
 - 2) 如何消除外扩散的影响。

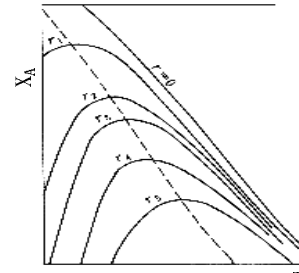


图1 反应速率与温度和反应率的关系

四、推导题（第 1 题 14 分，第 2 题 10 分，共 24 分）

1. 有一气固催化反应过程 $E + F \rightleftharpoons G + H$ ，(1) 若已知其反应机理为： $E + 2\sigma_1 \rightleftharpoons 2E_{\frac{1}{2}\sigma_1}$ ， $F + \sigma_2 \rightleftharpoons F\sigma_2$ ， $2E_{\frac{1}{2}\sigma_1} + F\sigma_2 \rightleftharpoons G\sigma_1 + F + \sigma_2 + \sigma_1$ ， $G + \sigma_1 \rightleftharpoons G\sigma_1$ ，并知表面反应过程为反应控制步骤，试导出相应的反应速率方程式。(2) 若已知其反应速率方程式为：

$$r = \frac{k_{aE} (p_E - \frac{1}{K} \frac{p_G p_H}{p_F})}{1 + \frac{K_E}{K} \frac{p_G p_H}{p_F} + K_F p_F + K_G p_G + K_H p_H}$$

，试写出相应的反应机理和控制步骤。

2. 试推导在薄片催化剂上进行等温一级不可逆反应时，催化剂粒内浓度分布的数学表达式

$$C_A = C_{As} \frac{\text{Ch}(\lambda L)}{\text{Ch}(\lambda L)}$$

五、计算题（第 1 题 8 分，第 2 题 8 分，第 3 题 16 分，第 4 题 16 分，共 48 分）

1. For a gas reaction at 400K the rate is reported as $-\frac{dp_A}{dt} = 3.66 p_A^2$, atm/h:
 - (a) What are the units of the rate constant?
 - (b) What is the value of the rate constant for this reaction if the rate equation is expressed as $r_A = -\frac{dN_A}{Vdt} = k c_A^2$, $\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{h}}$. (note: $R_g = 0.0826 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$)
2. 等温下进行一级不可逆气固相催化反应，催化剂粒内的内扩散效率因子 $\eta = 0.4$ ，若催化剂颗粒直径增大一倍（其他条件不变），求催化剂粒内的内扩散效率因子 η 等于多少？
3. 在间歇反应器中进行等温零级、一级和二级不可逆均相反应，分别计算转化率从 80% 提高到 96% 时，转化所需的时间为其前期转化时间的倍数。分析计算结果。
4. 两个等体积的理想反应器按下图中的三种组合方式，在等温恒容下进行一级不可逆反应，反应速率 $r_A = k C_A$ ， $k = 1 \text{ min}^{-1}$ ， $C_{A0} = 1 \text{ kmol/m}^3$ ，两种反应器 $\tau = 1 \text{ min}$ ，计算最终反应率 X_{Af} 各为多少？分析计算结果。

