

## 昆明理工大学 2007 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)

考试科目代码: 829

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. 按化学反应的机理，可将化学反应分为基元反应和非基元反应。
2. 对可逆放热反应，反应率一定时，温度增加，反应速率增加。
3. 对间歇过程，反应速率是指某一瞬间状态下的瞬时速率。
4. 惰性气体的存在对气相反应的膨胀因子没有影响。
5. 对全混合模型，停留时间分布密度函数随停留时间的增加而不断上升。
6. 扩散准数  $Pe$  的数值不同，反映了返混的程度。
7. 流体粒子在系统进口处有出无进，在出口处有进无出的系统称为闭式系统。
8. 对一级不可逆等温恒容反应，采用多级槽式反应器串联时，要保证总的反应体积最小，必要条件是各槽的反应体积相等。
9. 间歇反应器的反应体积只与处理量和反应时间有关。
10. 在循环反应器中，循环流仅仅影响反应器进口的物料浓度。
11. 内扩散影响严重时，一级反应的本征级数大于表观级数。
12. 催化剂有正催化剂和负催化剂之分。
13. 在一定温度和压力下，当催化剂内的孔径减小时，努森扩散系数  $D_k$  增大。
14. 多段间接换热式反应器的第一类条件式是用来确定绝热操作线的位置。
15. 计入扩散影响时的最佳温度较之化学动力学控制时的最佳温度为低。

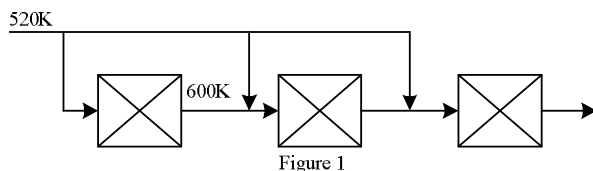
**二、填空题**（每空1分，共15分）

1. 反应器按流动模型的不同，可分为（ ）和（ ）两类。
2. 速率方程式有（ ）和（ ）两种形式。
3. 速率常数  $k$  的单位与（ ）、（ ）和（ ）有关。
4. 反应器内的混合现象有（ ）、（ ）、（ ）和（ ）。
5. 在气固催化反应中，内扩散的存在，带来的不利影响有（ ）、（ ）、（ ）、（ ）等。

**昆明理工大学 2007 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)**

### 三、简答题 (第1题16分, 第2题16分, 第3题10分, 第4题6分, 共48分)

- (1) 绘出一级连串反应  $A \xrightarrow{k_1} L(\text{主产物}) \xrightarrow{k_2} M(\text{副产物})$  各组分的浓度与时间的关系图; (2) 在半间歇槽式反应器中进行液相反应  $A+B \rightarrow L$ , 先向反应器中加入过量的B, 然后连续地加入反应物A, 绘出恒速加料下各反应组分浓度与时间的关系图; (3) 说明两图的相同处和不同处。
- 在实际反应器里存在哪些非理想流动现象? 并说出它们的  $E(\theta)$  曲线具有什么特征?
- 如在管式反应器内进行  
 $A \xrightarrow{k_1} L(\text{主产物}),$   
 $A \xrightarrow{k_2} M(\text{副产物})$  的平行反应,  
 应如何选择最佳操作温度?



- Sketch the temperature-conversion trajectories in Figure 1 for an exothermic reactor with entering temperatures as shown.

### 四、推导题 (第1题14分, 第二题10分, 共24分)

- 有一气固催化反应过程  $C+D \rightleftharpoons E+F$ , (1) 若已知其反应机理为:  $C+\sigma_1 \rightleftharpoons C\sigma_1$ ,  $D+\sigma_2 \rightleftharpoons D\sigma_2$ ,  $C\sigma_1+D\sigma_2 \rightleftharpoons E\sigma_1+F\sigma_2$ ,  $E\sigma_1 \rightleftharpoons E+\sigma_1$ ,  $F\sigma_2 \rightleftharpoons F+\sigma_2$ , 并知E的脱附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:

$$r = \frac{k_{1s} K_C K_D p_C p_D}{(1 + \sqrt{K_D p_D} + K_F p_F)^2 (1 + K_C p_C)}$$

试写出相应的反应机理和控制步骤。

- 在间歇反应器中进行一级连串反应  $A \xrightarrow{k_1} M(\text{主产物}) \xrightarrow{k_2} P(\text{副产物})$ 。试推导当  $k_2=k_1$  时,  $c_M$  与  $t$  的关系式。初始条件为  $t=0$ ,  $c_A=c_{A0}$ ,  $c_{M0}=0$ 。

### 五、计算题 (每题16分, 共48分)

- 有一液相等温反应, 反应速率为  $r_A = kC_A^2$ ,  $k=10\text{m}^3/(\text{kmol}\cdot\text{h})$ ,  $C_{A0}=0.2\text{kmol}/\text{m}^3$ , 加料速率为  $3\text{m}^3/\text{h}$ , 试比较 (1)  $V_R$  为  $1.5\text{m}^3$  的两个串联平推流反应器; (2)  $V_R$  为  $1.5\text{m}^3$  的两个串联全混流反应器的两个方案中, 何者反应率大?。
- 求下列颗粒的  $d_v$ 、 $d_a$ 、 $d_s$ 、 $\phi_s$  及床层的  $d_e$  与  $S_e$ 。  
 (1) 直径为  $5\text{mm}$  的圆球,  $\varepsilon_b=0.4$ ; (2) 直径为  $5\text{mm}$ , 高为  $10\text{mm}$  的圆柱体,  $\varepsilon_b=0.4$ 。
- 已知氨合成用的某铁催化剂的正反应活化能  $E_1=14000\text{cal}/\text{mol}$ , 逆反应活化能为  $E_2=40000\text{cal}/\text{mol}$ 。试分别计算下列情况下氨合成反应的最佳温度, 然后加以比较。  
 (1)  $P=300\text{atm}$  (绝对),  $y_{\text{NH}_3}$  分别为  $0.08$ ,  $0.16$ ; 惰性气体含量  $y_{\text{I}_0}=0$ ;  
 (2)  $P=300\text{atm}$  (绝对),  $y_{\text{NH}_3}$  分别为  $0.08$ ,  $0.16$ ; 惰性气体含量  $y_{\text{I}_0}=0.12$ ;  
 (3)  $P=150\text{atm}$  (绝对), 其余条件同 (1); (4)  $P=150\text{atm}$  (绝对), 其余条件同 (2)。

已知氨合成反应  $0.5\text{N}_2 + 1.5\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$  的平衡常数与温度、压力的关系如下:

$$\lg K_p = \frac{2172.26 + 1.99082P}{T} - (5.2405 + 0.002155P) \quad (\text{A})$$

而

$$K_p = \frac{y_{\text{NH}_3}}{0.325P(1 - y_{\text{NH}_3} - y_{\text{I}_0} - y_{\text{I}_0} y_{\text{NH}_3})^2} \quad (\text{B})$$

