

昆明理工大学 2011 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)

考试科目代码: 826 考试科目名称: 化学反应工程

试题适用招生专业: 081701 化学工程、081702 化学工艺、081704 应用化学、081705 工业催化、085216 化学工程

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。

1 True or False (15 points) (注意: 全填一个字母不得分)

Directions: In this part, there are two choices for each blank. You are required to choose the ONE answer and fill in the blanks with the letter "T" or "F".

- (1)关键组分反应率高低,能直接影响反应过程的经济效果。
- (2)对等温反应过程,计算换热面时不需使用热量衡算式。
- (3)氨的合成反应 $0.5\text{N}_2 + 1.5\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$ 属于均相反应。
- (4)反应速率是指某一微元体积(间歇过程)状态下的瞬时反应速率。
- (5)对均相反应系统,反应体积是指实际操作中反应混合物在反应器中所占的体积。
- (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闭式系统。
- (7)多级理想混合模型又称槽列模型,适用于描述返混较大的情况。
- (8)阶跃注入法测的是停留时间分布密度函数。
- (9)对间歇槽式反应器,处理一定量物料所需要有效体积只与反应时间有关。
- (10)减小全混流反应器的进料流量 Q_0 ,则其热稳定性增强。
- (11)由理想吸附导出的气固相催化反应的本征速率方程式为双曲函数型。
- (12)对气固相催化反应,外扩散与化学动力学之间的过渡控制区: $C_{Ag} \approx C_{As} > C_{Ac} > C_{Ac0}$ 。
- (13)考虑反应器中沿着气流方向的浓差及温差,称为“二维”模型。
- (14)多段绝热气固催化反应器主要用于可逆放热反应。
- (15)一般说来,减小催化剂颗粒的尺寸,能减小内扩散的影响,减少催化剂用量。

2 Cloze (15 points)

Directions: In this section, you are required to fill in the blanks with the exact words you have studied.

- (1)模型的类型包括()、()和()。
- (2)膨胀因子的计算式(),膨胀率的计算式()。
- (3)对可逆放热反应,在温度一定时,随反应率的增加,反应速率()。
- (4)流型是指流体流经反应器时的()和()。
- (5)扩散准数 $Pe=0$ 时,为()流动。
- (6)对 CSTR,生产上能满足定态热稳定点的两个条件式是()、()。
- (7)吸附按固体表面上的吸附现象可分为()和()。
- (8)根据是否考虑气固相的传递阻力可将气固相催化反应器的数学模型分为()和()两种。

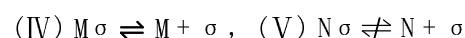
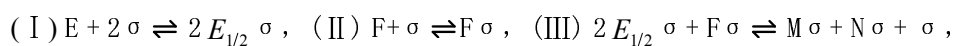
3 Short answer question (48 points)

Directions: In this part, you are required to answer the questions in the fewest possible words.

- 3.1 写出化学反应速率定义式，说明式中各项的意义及该式的特点。
- 3.2 产生停留时间分布的原因是什么？并说明年龄和寿命的定义。
- 3.3 绘出自催化反应的反应速率的倒数随转化率变化的关系图，说明在不同转化率时反应器的选择情况。
- 3.4 说明理想吸附和真实吸附的区别。

4 Derivation (24 points, 4.1: 10 points, 4.2: 4 points, 4.3: 10 points)

4.1 Deduce the kinetic equation from the follow mechanism equations:



4.2 Deduce the mechanism equations from the kinetic equation:

$$r = \frac{k_{1s}K_EK_Fp_Ep_F}{(1 + K_Ep_E + K_Np_N)(1 + \sqrt{K_Fp_F})^2}$$

- 4.3 气相反应 $A \rightarrow 2L + M$ ，其动力学方程式为 $r = -\frac{dc_A}{dt} = kc_A$ ，试推导恒容条件下以总压表示的速率方程式。

5 Calculation (48 points, 5.1、5.4: 10 points, 5.2、5.3: 14 points)

- 5.1 某基元可逆反应按下式进行 $2A \rightleftharpoons B$ ，反应温度 610K、压力 0.1013 MPa (1atm)， $r_A = k_1p_A^2 - k_2p_B$ ，已知 $k_1 = 0.0974 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{MPa}^2 \cdot \text{h})$ ，平衡常数 $K_p = 4.934 \text{ MPa}^{-1}$ ，试将上述速率表达式转化为以浓度表示的式子。

- 5.2 液相反应 $A + B \rightarrow C$ ，是二级不可逆反应， $c_{A0} = c_{B0}$ ，在实验室间歇反应器中进行实验，当 $t = 10 \text{ min}$ 时 $X_A = 99\%$ ，问在相同温度下为达到同样转化率，采用

- (1) 单个 PFR;
 - (2) 单个 CSTR;
 - (3) 两个等体积 CSTR 串联 (第一个 CSTR 的出口转化率为 95.0754%)，所需空间时间 τ 。
- 分析计算结果。

- 5.3 常压下正丁烷在镍铝催化剂上进行脱氢反应，已知该反应为一级不可逆反应。在 500 °C 时反应速率常数为 $k_w = 0.94 \text{ cm}^3/[\text{s} \cdot \text{g 催化剂}]$ ，若采用直径为 0.32 cm 的球形催化剂，其平均孔半径为 $5.5 \times 10^{-9} \text{ m}$ ，孔容为 $0.35 \text{ cm}^3/\text{g}$ ，孔隙率为 0.36，曲折因子等于 2.0。试计算催化剂的效率因子并确定是否存在内扩散影响？

- 5.4 气相反应 $A \rightarrow 3R$ 在 215 °C 反应，反应速率为 $r_A = 10c_A \text{ mol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ ，原料中有 50% 的惰性气体。其中 $c_{A0} = 62.5 \text{ mol}/\text{m}^3$ ，求转化率为 80% 时，在平推流反应器中所需的空时间。