

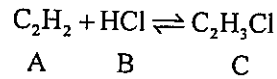
2012 年博士学位研究生入学考试试题

科目代码: 2251 科目名称: 高等反应工程学 满分: 100 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、问答题 (50 分, 每题 10 分)

1. 乙炔与氯化氢在 HgCl_2 -活性炭催化剂上合成氯乙烯的反应如下



其动力学方程可用下式表示, 试说明反应机理和速率控制步骤。

$$r = k p_A p_B / (1 + K_A p_A + K_C p_C + K_B p_B)^2$$

$r=k$

- 什么是空时和停留时间? 在管式反应器中进行一体积减小的气相反应, 则接触时间与空时是否相等? 说明原因。
- 在进行酯化反应时, 需要及时将部分产物除去, 选用何种反应器进行该反应? 说明原因。
- 通过实验获得多组化学反应速率数据, 要根据这些数据分析反应特点, 有哪些分析方法? 各有何特点?
- 固体催化剂在使用过程中会失活, 举例说明有哪些失活原因, 可采取哪些措施预防、减缓失活。

二、计算题 (50 分)

1. (10 分) 用空气在常压下烧去催化剂上的积碳, 催化剂颗粒直径为 5mm, 颗粒有效导热系数为 $\lambda_e = 0.35 \text{ J}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{K})$, 每燃烧 1mol 氧气放出热量 $5.4 \times 10^4 \text{ J}$, 燃烧温度 760°C 时, 氧在催化剂颗粒内部的有效扩散系数 $D_e = 5 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$ 。试估算定态下催化剂颗粒表面与中心的最大温度差。

$PV = nRT$ $C = \frac{P}{RT}$

2. (20 分) 丁二烯 (A) 和丙烯酸甲酯 (B) 在全混流反应器中进行反应, 以 AlCl_3 (D) 为催化剂, 反应温度 20°C , 混合液料的体积流量为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$, 丁二烯和丙烯酸甲酯的初始浓度分别为 $C_{A0} = 96.5 \text{ mol}/\text{m}^3$, $C_{B0} = 184 \text{ mol}/\text{m}^3$, 催化剂的浓度为 $C_D = 6.63 \text{ mol}/\text{m}^3$ 。已知速率方程 $r_A = k C_A C_D$, 式中 $k = 1.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{mol} \cdot \text{min})$, 若要求丁二烯转化率为 40%, 求反应器的体积 V。

22.4 L/mol

$$\int_0^{X_A} \frac{V_0 C_{A0} dX_A}{V_0 C_{A0} (1 - X_A) - k C_{A0} C_D X_A}$$

$$= \frac{V_0}{k C_{A0} C_D} \ln \frac{1 - X_A}{1 - X_A - \frac{k C_D X_A}{C_{A0}}}$$

$0.015 \times 4.3 \times 0.015 \times \frac{1}{0.1}$

$PV = nRT$ $r = \frac{P}{RT}$ $\frac{\text{kg}}{\text{s}} \times \frac{1}{4.3 \times 10^3}$

1 mol 22.4 L/mol

$$\frac{D_e \times 1000}{44}$$

$$\frac{100}{44} \quad \frac{100}{44} \quad \frac{11.7}{1.17} \quad \frac{dCA}{4.3 \times 10^3}$$

3. (20 分) 某气相分解反应为: $\text{A} = \text{B} + \text{C}$, 反应物 A 以 $0.1 \text{ kg}/\text{s}$ 的流量通过管式反应器, 反应在 520°C 、 1 atm 下进行, 已知 A 的分子量为 44, $r_A = 4.3 C_A^2 \text{ kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ 。试计算: (1) A 转化率为 0.9 时所需反应器体积; (2) 若上述反应在全混流反应器中进行, A 转化率为 0.9 时所需反应器体积。

$PV = nRT$ $\frac{P}{RT}$