

昆明理工大学 2010 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、430117 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。

请考生注意,本试题为专业学位考生(工程硕士)及学术型学位考生共用试题。
请考生根据报考学位类别,严格按照题目说明及要求答题,多答漏答均不得分。

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。所有考生答此题)

1. 均相反应的宏观反应速率就等于其本征反应速率。
2. 选择性的大小可表明目的产物的相对生成量。
3. 一般在反应器进出口压差较大时,须考虑流体的动量衡算式。
4. 对连续过程,反应速率是指某一瞬间状态下的瞬时反应速率。
5. 对不可逆反应,反应速率总是随关键组分反应率的增加而降低。
6. 对于一级连串反应 $A \xrightarrow{k_1} P(\text{副产物}) \xrightarrow{k_2} M(\text{主产物})$, 反应产物 M 的收率总是随反应率 X_A 增加而增加。
7. 年龄是指流体粒子从进入系统起到离开系统止,在系统内停留的时间。
8. 在气固相流化床反应器中,可采用多层流化床即将反应器横向分割来限制返混。
9. 多级理想混合模型的模型参数 N 代表实际反应器的个数。
10. 对放热反应,在绝热条件下进行,绝热温升 Δ 大于 0。
11. 若其他操作参数不变,增大进料体积流量 Q_0 ,移热速率直线 q_r 的斜率不变,直线平行移动。
12. 气固相催化表面过程一般可分为外扩散、内扩散和表面反应过程三个步骤。
13. 催化剂的比表面积 S_g 增大,粒径减小,孔数增加,微孔半径减小,不利于内扩散。
14. 可逆放热催化反应中,在最佳温度下反应率最大。
15. 对绝热式多段原料气冷激式催化反应器,各段冷却线平行于横轴。

二、填空题(每空 1 分,共 15 分。所有考生答此题)

1. 化学反应按机理可分为()和()两类。
2. 反应 $\text{Ca}_3\text{F}(\text{PO}_4)_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 + m\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{CaSO}_4 \cdot 0.2m\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{HF} \uparrow$ 的关键组分为()。
3. 广义和狭义的化学反应速率的区别在于()。
4. 已知反应速率常数 $k=0.02(\text{kmol}/\text{m}^3)^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,说明该反应为()级反应。
5. 在管式反应器内,常采用()和()的措施来限制返混。
6. 间歇反应器的实际体积与()、()、()、()等因素有关。
7. 影响固定床空隙率的因素有()、()、()等。

8. 对可逆放热反应, 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()。

三、简答题 (第1题16分, 第2题10分, 第3题12分, 第4题10分, 第5题10分, 其中报考081701 化学工程、081702 化学工艺、081704 应用化学、081705 工业催化的考生必做1、2、3、4题, 共48分; 报考430117 化学工程的考生必做1、2、3、5题, 共48分)

1. (所有考生答此题) 由图1可反映出哪些信息?

2. (所有考生答此题) 停留时间分布函数和停留时间分布密度函数是如何描述的?

3. (所有考生答此题) 在连续流动的CSTR内进行双反应组分平行反应: $A+B \rightarrow L$ (主反应), $A+B \rightarrow M$ (副反应), A在主反应的级数为 α_1 和 α_2 , B在主反应的级数为 β_1 和 β_2 , 应如何选择加料方式?

4. (学术型学位考生请答此题) 绘出四段非原料气直接冷激式催化反应器的T-X_A图, 并说明T-X_A图的特点。

5. (专业学位考生请答此题) 气固相催化反应的最佳操作参数主要包括哪些?

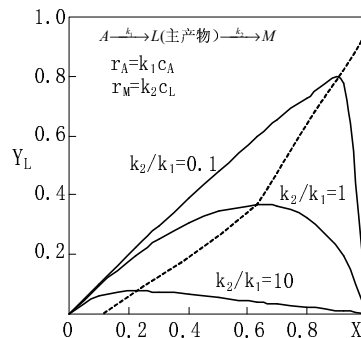


图1

四、推导题 (所有考生答此题, 第1题14分, 第2题10分, 共24分。)

1. 有一气固催化反应过程 $A+B \rightleftharpoons C+D$, (1) 若已知其反应机理为: $A+2\sigma \rightleftharpoons 2A_1\sigma$, $B+\sigma \rightleftharpoons B\sigma$, $2A_1\sigma + B\sigma \rightleftharpoons C\sigma + D\sigma + \sigma$, $C\sigma \rightleftharpoons C+\sigma$, $D\sigma \rightleftharpoons D+\sigma$, 并知B的吸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:

$$r = \frac{k_{1S} K_A K_B (p_A p_B - \frac{p_C p_D}{K})}{(1 + K_A p_A + K_D p_D)(1 + K_B p_B + K_C p_C)}$$

试写出相应的反应机理和控制步骤。

2. 设气流主体与颗粒外表面间不存在温度差, 试推导一级不可逆反应的外扩散效率因子计算式。

五、计算题 (第1题9分, 第2题13分, 第3题13分, 第4题13分, 第5题9分, 其中报考081701 化学工程、081702 化学工艺、081704 应用化学、081705 工业催化的考生必做1、2、3、4题, 共48分; 报考430117 化学工程的考生必做2、3、4、5题, 共48分)

1. (学术型学位考生请答此题) A rocket engine, Fig.2, burns a stoichiometric mixture of fuel (liquid hydrogen) in oxidant (liquid oxygen). The combustion chamber is cylindrical, 75 cm long and 60 cm in diameter, and the combustion process produces 108 kg/s of exhaust gases. If combustion is complete, find the rate of reaction of hydrogen and of oxygen.

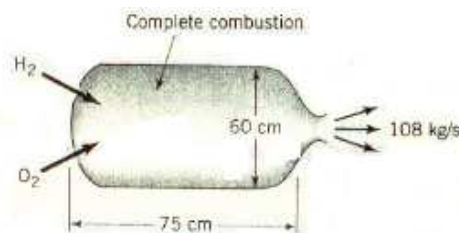


图2

2. (所有考生答此题) 镍催化剂在200℃时进行苯加氢反应, 若催化剂微孔的平均孔径为 5×10^{-9} m, 孔隙率 $\epsilon_p = 0.43$, 曲折因子 $\tau = 4$, 求系统总压为1 atm及30 atm时, 氢在催化剂内的有效扩散系数 D_e 。

已知氢在苯中的分子扩散系数计算式: $D_{AB} = \frac{1 \times 10^{-3} T^{1.75} (M_{H_2}^{-1} + M_{\text{苯}}^{-1})^{0.5}}{P(7.07^{1/3} + 90.68^{1/3})^2}$ (cm²/s) (A)

3. (所有考生答此题) 有自催化反应 $A+P \rightarrow P+P$ 在稀溶液中进行, 若假定反应维持在105℃恒温下操作, 反应的速率方程为 $r_A = k C_A C_P$, $k = 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{kmol} \cdot \text{s})$, 已知溶液中含有1 kmol/m³的A, 在反应器系统中有90%的A被分解, 试计算每小时处理10 m³溶液时所需的反应器的最小体积为多少?

4. **（所有考生答此题）** 乙醛气相分解生成甲烷与一氧化碳 $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}$, 0.1 kg/s 的乙醛蒸气在 520℃, 0.1MPa(即 1 atm)于管式反应器内分解, 已知反应对于乙醛为二级不可逆反应, $k=4.3 \text{ m}^3/(\text{kmol}\cdot\text{s})$ 。

计算: (1) 35%乙醛分解所需反应器体积。

(2) 若为 CSTR, 则 (1) 的结果如何?

(3) 分析计算结果。

5. **（专业学位考生请答此题）** 在 223℃ 等温下进行亚硝酸乙酯的气相分解反应: $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} + 0.5\text{CH}_3\text{CHO} + 0.5\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 设反应为一级不可逆反应, 反应速率常数与温度的关系为: $k = 1.39 \times 10^{14} \exp(-37700/1.987T)$, s^{-1} , 假设反应在恒容下进行, 系统总压为 1atm, 采用的纯亚硝酸乙酯, 试计算亚硝酸乙酯的分解率为 80%时, 亚硝酸乙酯的分解速率及乙醇的生成速率。