

2024年4月高等教育自学考试全国统一考试

化学反应工程

(课程代码 05044)

注意事项:

1. 本试卷分为两部分, 第一部分为选择题, 第二部分为非选择题。
2. 应考者必须按试题顺序在答题卡(纸)指定位置上作答, 答在试卷上无效。
3. 涂写部分、画图部分必须使用2B铅笔, 书写部分必须使用黑色字迹签字笔。

第一部分 选择题

一、单项选择题: 本大题共15小题, 每小题1分, 共15分。在每小题列出的备选项中只有一项是最符合题目要求的, 请将其选出。

1. 下列选项中, 不属于固体催化剂扩散反应过程的是
 - A. 内扩散过程
 - B. 流体主体中的反应过程
 - C. 外扩散过程
 - D. 催化剂内表面的反应过程
2. 反应 $A+B \rightarrow C$, 已知 $k=0.15s^{-1}$, 则该反应级数 $n=$
 - A. 0
 - B. 1
 - C. 2
 - D. 3
3. 气相反应 $CO+3H_2 \rightleftharpoons CH_4+H_2O$ 进料时无惰性气体, CO 与 H_2 以 1:2 摩尔比进料, 则膨胀因子 $\delta_{CO}=$
 - A. -2
 - B. -1
 - C. 1
 - D. 2
4. 对于反应 $A+2B \rightarrow 2R$, 各物质反应速率之间的关系 $r_A:r_B:r_R=$
 - A. -2:-2:1
 - B. -1:-2:2
 - C. 1:2:2
 - D. 2:2:1
5. 下列选项中属于均匀表面单分子层理想吸附等温方程的是
 - A. Langmuir 型
 - B. Freundlich 型
 - C. Temkin 型
 - D. BET 型
6. 气固催化反应本征速率是指排除何种阻力后的反应速率?
 - A. 外扩散
 - B. 内扩散
 - C. 内、外扩散
 - D. 吸附和脱附

7. 催化剂颗粒扩散的无因次扩散模数 $\phi = \frac{V_p}{S_p} \sqrt{\frac{k_s S_g \rho_p c_{AS}^{n-1}}{D_{eff}}}$ 值的大小反映了表面反应

速率与下列哪种速率之比?

- A. 扩散速率
 - B. 外扩散速率
 - C. 内扩散速率
 - D. 实际反应速率
8. 一级连串反应 $A \xrightarrow{k_1} P \xrightarrow{k_2} S$ 在全混流反应器中, 则目的产物 P 的最大收率 $y_{p,max}$ 为
 - A. $[(k_1/k_2)^{1/2} + 1]^{-2}$
 - B. $[(k_2/k_1)^{1/2} + 1]^{-2}$
 - C. $(\frac{k_2}{k_1})^{\frac{k_2}{k_2-k_1}}$
 - D. $(\frac{k_1}{k_2})^{\frac{k_2}{k_2-k_1}}$
 9. 平推流反应器中诸参数不随以下哪项而变?
 - A. 反应物的组成
 - B. 反应器的轴向位置
 - C. 反应器的径向位置
 - D. 反应器的空间时间
 10. 对于绝热操作的放热反应, 最合适的反应器为
 - A. 平推流反应器
 - B. 全混流反应器
 - C. 循环操作的平推流反应器
 - D. 全混流串联接平推流反应器
 11. 在全混流反应器中, 反应器的有效容积与进料流体的容积流速之比为
 - A. 反应时间 t
 - B. 接触时间 τ
 - C. 停留时间 t
 - D. 平均停留时间 \bar{t}
 12. 平推流反应器停留时间分布密度函数 $E(\theta)$ 曲线的方差 $\sigma_\theta^2=$
 - A. 0
 - B. 0~1
 - C. 1
 - D. ∞
 13. 不属于气固相催化反应固定床反应器拟均相二维模型的特点是
 - A. 粒子与流体间有浓度差
 - B. 粒子与流体间无浓度差
 - C. 床层径向有温度梯度
 - D. 床层轴向有温度梯度
 14. CO_2 被 pH=10 的缓冲溶液吸附时, 一级反应速率常数 $k_1=1s^{-1}$, 则液相停留时间在何范围可作物理吸收处理?
 - A. 大于 100s
 - B. 1s~100s 之间
 - C. 在 1s 左右
 - D. 远小于 1s
 15. 对于气-液相反应中等速率反应, 为提高反应速率, 使其转变为快反应, 应选用的装置是
 - A. 填料塔
 - B. 搅拌釜
 - C. 鼓泡塔
 - D. 喷洒塔

二、判断题：本大题共 10 小题，每小题 1 分，共 10 分。判断下列各题正误，正确的在

答题卡相应位置涂“A”，错误的涂“B”。

16. 反应速率常数是温度和压力的函数。
17. 对于不可逆放热反应，提高温度有利于提高反应产率。
18. 产生物理吸附的原因是固体表面与吸附分子间的引力造成的。
19. 反应级数 $n > 1$ 时，Thiele 模数与转化率无关，内扩散有效因子不变。
20. 全混流反应器是返混达到最大的一种理想反应器。
21. 多级全混流反应器串联级数越多，反应推动力越大。
22. 平推流反应器的停留时间分布函数为 $F(\theta) = 1 - e^{-\theta}$ 。
23. 把传质和传热过程对反应速率的影响计入模型，称为“非均相”模型。
24. 一级可逆气液反应，当反应速率很小时， $M \ll 1$ ， $\beta = \sqrt{M}$ 。
25. 对于气液反应过程，由于化学吸收增强因子的作用，降低了气液传质过程中气相侧的传质阻力。

第二部分 非选择题

三、填空题：本大题共 10 小空，每小空 1 分，共 10 分。

26. 化学反应工程中的“三传一反”中的三传是指①_____、②_____、动量传递。
27. 多重反应可分为①_____、②_____、同时反应和平行-连串反应。
28. 固体催化剂一般由①_____、②_____和助催化剂组成。
29. 具有良好搅拌装置的釜式反应器按①_____反应器处理，而管径小，管子较长和流速较大的管式反应器按②_____反应器处理。
30. 固定床气-固相催化反应器主要分①_____和②_____两类。

四、名词解释题：本大题共 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。

31. 流动模型
32. 微团
33. 孔隙率
34. 停留时间
35. 泛点

五、简答题：本大题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。

36. 对于可逆放热反应如何选择操作温度？
37. 简述克努森扩散和分子扩散分别在何种情况下占优势？
38. 简述阶跃示踪法测停留时间分布的实验方法及其对应曲线。
39. 简述气固相催化反应固定床反应器拟均相一维模型的特点。

六、计算题：本大题共 3 小题，每小题 10 分，共 30 分。

40. 一气相分解反应在常压间歇反应器中进行，在 400K 和 500K 温度下，其反应速率均可表达为 $r_A = 23p_A^2 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ ，式中 p_A 的单位为 kPa。求该反应的活化能。
41. 反应 $A+B \rightarrow R+S$ ，已知 $V_R=0.001\text{m}^3$ ，物料进料速率 $v_0=0.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ ， $c_{A0}=c_{B0}=5\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ ，动力学方程： $r_A=k c_A c_B$ ，其中 $k=100 \text{ m}^3 \cdot \text{kmol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。
求：（1）反应在平推流反应器中进行时出口转化率为多少？
（2）欲用全混流反应器得到相同的出口转化率，反应器体积应多大？
42. 在 20℃ 下 pH=9 的缓冲溶液吸收 $p^*_{\text{CO}_2} = 0.01\text{MPa}$ 的含 CO_2 气体， $k_L = 10^{-4} \text{ m/s}$ ，反应可视为拟一级不可逆反应， $k_1=10^4 c_{\text{OH}} \text{ s}^{-1}$ ，若 $\alpha=1000$ ， $H_{\text{CO}_2}=0.14 \text{ kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{MPa})$ ， $D_{\text{AL}} = 1.4 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ ，求吸收速率。