

2023年10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. “三传一反”是化学反应工程的基础, 下列不属于三传的是
 - A. 能量传递
 - B. 质量传递
 - C. 热量传递
 - D. 动量传递
2. 气相反应 $4A + B \rightarrow 3R + S$ 进料时无惰性气体, A 与 B 以 3:1 的摩尔比进料, 则膨胀因子 $\delta_A =$
 - A. 1/4
 - B. 2/3
 - C. -1/4
 - D. -2/3
3. 反应 $3A \rightarrow P$, 已知 $k=0.15\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$, 则该反应级数 $n =$
 - A. 0
 - B. 1
 - C. 2
 - D. 3
4. 对于可逆放热反应, 随着温度的升高, 其反应速度的变化情况是
 - A. 持续减小
 - B. 持续增大
 - C. 先减小后增大, 存在一极小值
 - D. 先增大后减小, 存在一极大值
5. 等温恒容下进行各步均为一级不可逆连串反应 $A \xrightarrow{k_1} P \xrightarrow{k_2} S$ 若保持相同的转化率 x_A , 调节反应温度使 k_2/k_1 降低, 则 P 的收率的变化趋势是
 - A. 增大
 - B. 减小
 - C. 不变
 - D. 先增后减

6. 下列选项中, 不属于 Langmuir 型等温吸附的假定的是
 - A. 吸附机理相同
 - B. 多分子层吸附
 - C. 分子间无作用
 - D. 均匀表面
7. 在气—固相宏观反应过程中, 当反应过程受内扩散控制时, 反应物 A 的浓度情况是
 - A. $c_{Ag} \approx c_{AS} \approx c_{AC}$
 - B. $c_{Ag} < c_{AS} \approx c_{AC}$
 - C. $c_{Ag} \approx c_{AS} > c_{AC}$
 - D. $c_{Ag} > c_{AS} > c_{AC}$
8. 气—固相催化反应的内扩散 Thiele 模数的大小可判别内扩散的影响程度, Thiele 模数越大, 则催化剂颗粒内的浓度梯度呈何种变化?
 - A. 均一
 - B. 越小
 - C. 越大
 - D. 无法确定
9. 对于多级全混釜串联, 下面说法正确的是
 - A. 反应釜级数越多, 返混越大
 - B. 反应釜级数越多, 返混越小
 - C. 反应釜级数与返混无关
 - D. 以上说法都不对
10. 一级连串反应 $A \xrightarrow{k_1} P \xrightarrow{k_2} S$ 在间歇式反应器中, 则目的产物 P 的最大浓度 $c_{P, \max}$ 为

$$A. \frac{c_{A0}}{[(k_1/k_2)^{1/2} + 1]^2} \quad B. \frac{c_{A0}}{[(k_2/k_1)^{1/2} + 1]^2}$$

$$C. c_{A0} \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{\frac{k_2}{k_2-k_1}} \quad D. c_{A0} \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^{\frac{k_2}{k_2-k_1}}$$

11. 对于反应级数 $n > 0$ 的不可逆等温反应, 为降低反应器容积, 应选用的反应器是
 - 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. 全混流串接平推流反应器
12. 用以测定停留时间分布规律的实验方法主要是
 - A. 脉冲法和随机法
 - B. 阶跃法和周期法
 - C. 周期法和随机法
 - D. 阶跃法和脉冲法
13. $E(t) = \frac{1}{t} e^{-t/\bar{t}}$ 表示的函数是
 - A. 平推流的停留时间分布密度函数
 - B. 全混流的停留时间分布密度函数
 - C. 平推流串联全混流的停留时间分布密度函数
 - D. 全混流串联平推流的停留时间分布密度函数
14. 对于不可逆瞬间气液反应, 反应发生在
 - A. 大部分在液相主体中反应
 - B. 在液膜内一个反应区域内进行
 - C. 在液膜内和部分液相主体中进行
 - D. 仅在液膜内某一平面上进行

15. 对于气-液相反应几乎全部在液相中进行的极慢反应, 为提高反应速率, 应选用

- A. 填料塔 B. 喷洒塔
C. 鼓泡塔 D. 搅拌釜

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. 反应级数只能是整数。
17. 负载型催化剂的核心部分是载体, 即真正起催化作用的部分。
18. 化学吸附的吸附覆盖层可以是多分子吸附。
19. 可以采用减少固体催化剂的颗粒大小来减小甚至消除内扩散的影响。
20. 从反应过程的推动力来比较, 全混流反应器的反应推动力比平推流反应器的反应推动力小。
21. 对于一个连串反应, 目的产物是中间产物, 适宜的反应器是全混流反应器。
22. 停留时间分布函数表示流过反应器中的物料中停留时间小于 t 的质点分率。
23. 轴向混合模型主要与平推流偏离不大的非理想流动。
24. 气液反应中, 喷雾反应器适用于瞬间快速反应, 过程受液膜控制的情况。
25. 由于化学吸收增强因子的作用, 液相传质阻力的比例将降低。

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. 按参与反应物质的相类别来区分, 可分为①_____和②_____反应。
27. 多重反应中形成所需要的主要产物的反应称为①_____, 其他反应称为②_____。
28. 对于固体催化剂, 孔内气体分子扩散很复杂, $\lambda/2r_a \leq 10^{-2}$ 时, 气体分子在孔中的扩散属于①_____, 当 $\lambda/2r_a \gg 10$ 时, 扩散阻力由②_____所致。
29. 平推流反应器 $E(\theta)$ 曲线的方差 σ_θ^2 为①_____, 那么非理想流动 $E(\theta)$ 曲线的方差 σ_θ^2 为②_____。
30. 鼓泡反应器的缺点是液相有①_____及气相有②_____。

四、名词解释题: 本大题共 5 小题, 每小题 3 分, 共 15 分。

31. 空间速度
32. 选择性
33. 返混
34. 绝热温升
35. 催化剂失活

五、简答题: 本大题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分。

36. 对于平行反应 $A \begin{cases} \xrightarrow{k_1} R \\ \xrightarrow{k_2} S \end{cases}$, $r_R = k_1 c_A^2$, 其活化能为 E_1 ; $r_S = k_2 c_A$, 其活化能为 E_2 ,

当 $E_1 > E_2$ 时如何选择操作温度可以提高产物 R 的收率? 为什么?

37. 简述等温恒容平推流反应器接触时间、反应时间、停留时间三者关系。
38. 简述气-固相催化反应固定床反应器拟均相二维模型的特点。
39. 简述气-液反应的宏观过程: $\nu_A A(g) + \nu_B B(l) \rightarrow \nu_M M + \nu_N N$ 。

六、计算题: 本大题共 3 小题, 每小题 10 分, 共 30 分。

40. 自催化反应 $A \rightarrow R$, 其速率方程为: $r_A = k c_A c_R$, 在 70°C 下等温地进行此反应, 在此温度下 $k = 1.512 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{h}$; 其它数据如下: $c_{A0} = 0.99 \text{ kmol/m}^3$; $c_{R0} = 0.01 \text{ kmol/m}^3$; $V_0 = 10 \text{ m}^3/\text{h}$; 要求反应的转化率 $x_A = 0.99$. 试求: (1) 在全混流反应器中反应所需的容积; (2) 在平推流反应器中反应所需的容积。
41. 某催化反应在 400°C 下进行, 已知本征反应速率 $r_A = 7.5 \times 10^{-5} p_A^2 \text{ mol}/(\text{g} \cdot \text{s})$ (式中 p_A 的单位为 MPa), 球形催化剂颗粒直径为 5 mm , $\rho_p = 0.8 \text{ g/cm}^3$, 颗粒外表面 A 的分压 $p_A = 0.101325 \text{ MPa}$, 粒内组分 A 的有效扩散系数 $D_{\text{eff}} = 0.025 \text{ cm}^2/\text{s}$. 求催化剂的内扩散影响是否严重?
42. 用 NaOH 吸收 CO_2 , 反应速率 $r = k_2 c_{\text{CO}_2} c_{\text{NaOH}}$, NaOH 浓度为 0.5 kmol/m^3 , $k_1 = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$, $k_2 = 5 \times 10^3 \text{ m}^3/(\text{kmol} \cdot \text{s})$, $D_{\text{AL}} = 1.8 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$, 界面上 CO_2 分压为 1000 Pa , $H_{\text{CO}_2} = 0.14 \text{ kmol}/(\text{MPa} \cdot \text{m}^3)$, 若液膜中 c_{NaOH} 视作常量, 求吸收速率。