

2022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10小题, 每小题1分, 共10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. 人们在实践中提出了各种化工生产的工程放大方法, 其中因过程误差较大, 常不采用
 - A. 相似放大法
 - B. 直接放大法
 - C. 经验放大法
 - D. 数学模拟放大法
2. 在操作过程中, 固体颗粒以固定的形态放置在反应器中, 气体反应混合物通过颗粒层流动与反应, 这种形式的反应器称为
 - A. 鼓泡反应器
 - B. 流化床反应器
 - C. 移动床反应器
 - D. 固定床反应器
3. 单位反应体积所能处理的反应混合物的体积流量称为
 - A. 反应速度
 - B. 反应速率
 - C. 空间速度
 - D. 空时产率
4. 反应系统中同时进行两个或两个以上的反应物与产物都不相同的反应属于
 - A. 同时反应
 - B. 平行反应
 - C. 连串反应
 - D. 主反应

5. 对于在球形催化剂上进行的一级不可逆反应, 其内扩散有效因子的表达式是

- A. $\frac{R_p}{3} \sqrt{\frac{k_s S_g \rho_p}{D_{\text{eff},A}}}$
- B. $\frac{1}{1+Da_1}$
- C. $\frac{1}{\phi} \left[\frac{1}{\text{th}(3\phi)} - \frac{1}{3\phi} \right]$
- D. $9700r_a \sqrt{T/M}$

6. 连续流动釜式反应器在强烈搅拌的情况下可视为

- A. 平推流反应器
- B. 全混流反应器
- C. 等温反应器
- D. 间歇釜式反应器

7. 脉冲示踪法测定停留时间分布对应曲线为

- A. $E(t)$ 曲线
- B. $F(t)$ 曲线
- C. $I(t)$ 曲线
- D. $y(t)$ 曲线

8. 非球形颗粒的外表面积 S_p 一定大于等体积的圆球的外表面积 S_s 。因此, 引入一个量为1的物理量 ϕ_s , 其表达式为 $\phi_s = S_p/S_s$, 则 ϕ_s 称为

- A. 当量直径
- B. 颗粒密度
- C. 形状系数
- D. 比表面积

9. 渗透论传质模型的传质系数表达式为

- A. $k_L = 2 \sqrt{\frac{D_L}{\pi \tau_L}}$
- B. $k_L = \frac{D_L}{\delta_L}$
- C. $k_L = \sqrt{D_L S}$
- D. $k_L = \frac{2}{\pi} \sqrt{a D_L}$

10. 下列选项中, 不属于工业生产对气-液反应器的要求是

- A. 应具备较高的生产强度
- B. 应有利于提高反应选择性
- C. 应有利于降低能量消耗
- D. 应尽可能大

二、判断题: 本大题共15小题, 每小题1分, 共15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”。

11. 在一定的压力和温度条件下, 化学反应速率为各反应组分的浓度的函数, 这种函数关系式称为动力学方程。
12. 对于催化反应, 反应速率常数不仅与温度有关并且与催化剂的性能有关。所以, 选择合适的催化剂, 使主反应的反应活化能比副反应的活化能大, 可以改善反应的选择率。
13. 一种反应物同时形成多种产物, 称为连串反应。
14. 由于催化剂表面的不均匀性, 吸附活化能 E_a 随表面覆盖率增加而增加, 脱附活化能 E_d 随表面覆盖率增加而减少。

15. Langmuir-Hinshelwood 提出的控制步骤模型要点是:气-固相催化反应过程由外扩散、内扩散和表面反应三个串联的步骤组成。
16. 反应物由颗粒外表面向内部扩散时,同时就在内表面上进行催化反应,消耗了反应物,越深入到颗粒内部,反应物的浓度由于反应消耗而降低得越多。
17. 对于全混流,进入反应器的反应物料与存留于反应器中的物料达到瞬间混合,而且在反应器出口处即将要流出的物料也与釜内物料浓度相等。
18. 半间歇操作又称半连续操作,同时具有间歇操作和连续操作的某些特征。
19. 间歇反应器的反应体积仅根据单位时间的反应物料处理体积 Q_0 就可以决定。
20. 全混流流动的 $E(t)$ 曲线的方差 $\sigma_\theta^2 = 0$ 。
21. 绝热式工业固定床催化反应器需要考虑与外界的热量交换。
22. 如果固定床与外界换热,床层非等温,存在着径向温度分布,则床层中径向流速分布的变化比等温时还要大。
23. 若化学反应足够缓慢,液相中化学反应的量与物理吸收的量相比可忽略时,则可视为物理吸收过程。
24. 当液相中反应为不可逆瞬间反应,因反应极快,反应仅在液膜内某一平面上完成,此平面称为反应面。
25. 填充床反应器适用于慢速反应过程。

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. 化学反应过程是一个综合_____与动量、质量、热量传递交互作用的宏观反应过程。
27. 多相反应包括气-液相反应、_____相反应、液-液相反应、液-固相反应、固-固相反应和气-液-固三相反应。
28. 单位时间内单位反应混合物体积中反应物的反应量或产物的生成量称为_____。
29. 催化反应可以分为_____催化和多相(或非均相)催化。
30. 进行本征动力学研究时,除了进行粒度试验,以确定所采用的固体催化剂的粒度已消除内扩散的影响,还要消除_____的影响,使气相主体温度及组分浓度与催化剂颗粒一致。
31. 平推流反应器的返混为_____。
32. 轴向混合模型是一种适合于_____程度较小的非理想流动的流动模型。
33. 在固定床反应器中,若床层被冷却,热量在床层中按对流、_____及辐射的综合作用方式传至床层近壁处,再通过近壁处滞流边界层传向容器内壁。
34. 可逆反应的吸收过程,液膜中进行的反应不仅与反应物浓度有关,而且还与_____有关。
35. 气体以气泡形态分散在液相中的气-液反应器有_____、搅拌鼓泡反应器和板式反应器。

四、名词解释题:本大题共 5 小题,每小题 3 分,共 15 分。

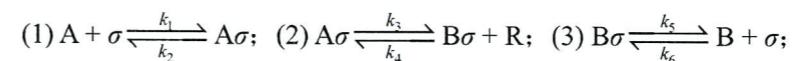
36. 转化率
37. 停留时间
38. 床层空隙率
39. 给热系数
40. 双膜论

五、简答题:本大题共 2 小题,每小题 5 分,共 10 分。

41. 平推流反应器具有哪些特点?
42. 从流体、床层和颗粒的物理特性三个角度简述影响固定床压力下降的因素?

六、推导题:本大题共 1 小题,每小题 10 分,共 10 分。

43. 在 Pt 催化剂上进行异丙苯分解反应: $C_6H_5CH(CH_3)_2 \rightleftharpoons C_6H_6 + C_3H_6$ 以 A、B 及 R 分别表示异丙苯,苯及丙烯, σ 表示活性位,反应步骤如下:



若表面反应为速率控制步骤,试推导异丙苯分解的速率方程。

七、计算题:本大题共 3 小题,每小题 10 分,共 30 分。

44. 已知某均相反应,反应速率 $r_A = kc_A^2$, $k = 17.4 \text{ mL} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 加料流量为 $7.14 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$, $c_{A0} = 7.14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应在等温下进行,试计算下列方案的转化率各为多少。

- (1) 串联两个体积为 0.25 m^3 的全混流反应器;
- (2) 一个 0.25 m^3 的全混流反应器,后接一个 0.25 m^3 的平推流反应器。

45. 用脉冲示踪法测得示踪物浓度如下:

t/s	0	48	96	144	192	240	288	336	384	432
示踪物浓度/ $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	0	0	0	0.1	0.5	10.0	8.0	4.0	0	0

试计算平均停留时间。如在反应器中进行一级反应 $A \rightarrow P$, $k = 7.5 \text{ s}^{-1}$, 求平均转化率。

46. 以 $4.28 \text{ kmol} \cdot \text{m}^{-3}$ 甲基二乙醇胺(MDEA)水溶液在 70°C 吸收分压为 0.2 MPa 的 CO_2 , 已知溶液中 CO_2 平衡分压为 0.1 MPa , CO_2 的溶解度系数为 $0.1 \text{ kmol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{MPa}^{-1}$, CO_2 液相扩散系数为 $1.65 \times 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, MDEA 与 CO_2 的二级反应速率常数 $k_2 = 5.86 \times 10^6 \exp(-3984/T) \text{ m}^3 \cdot \text{kmol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 溶液中有效 MDEA 浓度为 $0.7 \times 4.28 \text{ kmol} \cdot \text{m}^{-3}$. 已知 $k_L = 1.25 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $k_G = 8 \times 10^{-4} \text{ kmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{MPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 若 MDEA 和反应产物浓度可视为常量,试求其吸收速率。