

2023年4月高等教育自学考试全国统一考试

催化作用基础

(课程代码 04881)

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. 聚烯烃工业最激动人心的变革是1980年德国汉堡大学的两位科学家Kaminsky和Sinn发明了烯烃聚合的催化剂, 它是
 - A. 沸石
 - B. 茂金属
 - C. Ziegler-Natta
 - D. 白土
2. 当今社会对工业催化剂提出的下列要求中哪一条是新增的?
 - A. 活性
 - B. 选择性
 - C. 稳定性
 - D. 环境友好和自然界的相容性
3. 在非均相催化反应中影响反应物和产物外扩散速率大小的因素众多, 下列因素对外扩散速率没有影响的是
 - A. 流体流速
 - B. 催化剂粒径
 - C. 介质密度
 - D. 分子与催化剂表面碰撞频率
4. 在多相催化反应中, 反应物分子与催化剂表面间形成了以下的相互作用, 其中哪项不属于化学吸附?
 - A. 氢键
 - B. 共价键
 - C. 配位键
 - D. 离子键

5. 某物质在催化剂表面的吸附等温式在 p 很小时满足 $\theta = (Kp)^{1/2}$, 该物质吸附属于
 - A. Langmuir 等温吸附
 - B. Langmuir 等温竞争吸附
 - C. Langmuir 等温解离吸附
 - D. 非理想等温吸附
6. 压汞法可测定的催化剂孔径范围是
 - A. $<2\text{nm}$
 - B. $2\sim 5\text{nm}$
 - C. $10\sim 7500\text{nm}$
 - D. 任何孔径都适用
7. $\text{Fe-Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$ 是合成氨的有效催化剂, 其中 Al_2O_3 属于
 - A. 载体
 - B. 结构型助催化剂
 - C. 电子型助催化剂
 - D. 活性组分
8. 对大多数金属加氢催化剂而言, $d\%$ 的最佳范围是
 - A. $0\sim 10\%$
 - B. $20\sim 30\%$
 - C. $40\sim 50\%$
 - D. $70\sim 80\%$
9. 金属催化剂常常使用过渡金属, 这是因为
 - A. 过渡金属原子大
 - B. 过渡金属热稳定性高
 - C. 过渡金属耐酸碱
 - D. 过渡金属具有 d 电子和 d 空轨道
10. 工业上 Na 型分子筛催化剂最常采用的制备方法是
 - A. 沉淀法
 - B. 浸渍法
 - C. 离子交换法
 - D. 熔融法
11. 对于两个反应级数不同的平行反应, 若主反应的级数为一, 副反应为二级或更高级数, 采用下列哪种结构的催化剂有利于提高目标产物的产率?
 - A. 大孔
 - B. 小孔
 - C. 熔块状
 - D. 粉体
12. 在多相催化反应过程中, 当催化反应由外扩散控制时, 制备浸渍型催化剂时活性组分采用下列哪种形式的分布最佳?
 - A. 均匀型
 - B. 蛋壳型
 - C. 蛋黄型
 - D. 蛋白型
13. 下列哪个选项不能提高催化剂的内表面利用率?
 - A. 采用大粒度催化剂
 - B. 采用小粒度催化剂
 - C. 采用大孔催化剂
 - D. 降低反应速率
14. 在合成氨反应中, 下列哪种办法不能提高氨的产率?
 - A. 将大粒度催化剂粉碎
 - B. 增加氮气用量
 - C. 升高反应温度
 - D. 增加反应压力
15. 关于催化剂颗粒的密度, 下述表达式正确的是
 - A. $\rho_{真} > \rho_{颗} > \rho_{堆}$
 - B. $\rho_{真} > \rho_{堆} > \rho_{颗}$
 - C. $\rho_{颗} > \rho_{真} > \rho_{堆}$
 - D. $\rho_{堆} > \rho_{真} > \rho_{颗}$

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. 人们常将流化床催化裂化工艺 (FCC) 中的沸石催化剂作为石油工业真正革命的标志。
17. 因为由合成气合成甲醇的反应需在高压下进行，不方便，故在初步筛选合成甲醇用催化剂时，也可采用常压下甲醇的分解反应来实现。
18. 催化剂能加速一切反应。
19. 对于体心立方晶格的金属催化剂，[111]晶面的催化性能最高。
20. 在丙烯气相氧化成丙烯醛的催化反应实验中发现，未通入氧气的情况下，反应也可以发生，这是因为金属氧化物催化剂中表面吸附的氧起到催化作用。
21. 利用沉淀法制备催化剂时，要使生成的催化剂具有完整的晶型，则溶液浓度应较低。
22. 在多相催化反应过程中，如发现催化剂的生产能力随着其粒径减小反而增大，可判断该反应是在外扩散区中进行。
23. BET 法测催化剂比表面积的吸附机理属于化学吸附法。
24. 对于两个互不相关的平行反应，如果主反应的速率常数小于副反应的，则采用大孔结构的催化剂可提高催化剂的选择性。
25. 一般流动法测定合成氨用催化剂活性时，出塔气中所含氨量采用容量法测定。

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. 催化技术在现代社会中的新应用主要有能源、①_____、材料和②_____等方面。
27. 在多相催化反应中，一般地说，催化剂要经过下列三个时期：诱导期（成熟期）、①_____和②_____。
28. 金属催化剂晶格缺陷主要包括①_____和②_____。
29. 工业上多组分催化剂制备常用的混合法可分为①_____和②_____两种。
30. 随着新型催化材料的不断开发，许多催化剂制备的新技术也日趋成熟，包括微乳液技术、①_____、②_____、膜技术等。

四、名词解释题：本大题共 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。

31. 比活性
32. 施主能级
33. 催化剂活化
34. 选择性
35. 孔隙率

五、简答题：本大题共 5 小题，每小题 4 分，共 20 分。

36. 简述载体的功能有哪些？
37. 简述络合催化中的关键反应步骤有哪些？
38. 简述沉淀法制备固体催化剂过程中沉淀剂的选择原则。
39. 简述催化剂失活的主要原因。
40. 简述 BET 法测定固体催化剂比表面积的原理和方法。

六、计算题：本大题共 1 小题，每小题 10 分，共 10 分。

41. 合成氨反应中， N_2 、 H_2 和 NH_3 的初始流量分别为 2.0 kmol/h 、 5.0 kmol/h 和 0 kmol/h ，反应器出口 N_2 、 H_2 和 NH_3 的流量分别是 1.0 kmol/h 、 2.0 kmol/h 和 2.0 kmol/h ，催化剂的活性大小是多少？

七、综合题：本大题共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分。

42. 简述田部浩三关于二元氧化物酸碱理论及其模型原则；已知 Ti 的价态为+4，配位数为 6，Cu 的价态为+2，配位数为 4，试由田部浩三二元氧化物模型计算 TiO_2 -CuO 的酸量并判断其酸性。
43. 研究表明 TiO_2 -ZnO 二元氧化物固体酸催化剂对酯化反应具有较好的催化活性，准确称取 0.5000 g 的该固体酸样品，用 0.5 mol/L 的正丁胺溶液滴定法研究其酸性能，测定结果如下，用葱醌指示剂检测时不显酸色，用结晶紫指示时耗用正丁胺溶液 10 ml ，用二甲基黄指示时耗用正丁胺溶液 30 ml ，用甲基红指示时耗用正丁胺溶液 10 ml ，用中性红指示剂检测时不显酸色，计算该固体酸的酸量。其中葱醌指示剂的 pK_a 值为-8.2，结晶紫指示剂的 pK_a 值为+ 0.8，二甲基黄指示剂的 pK_a 值为+ 3.3，甲基红指示剂的 pK_a 值为+ 4.8，中性红指示剂的 pK_a 值为+ 6.8。
 - (1) 计算该固体酸的酸量。
 - (2) 简述固体酸的常用研究方法及其优缺点。