

## 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 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. 下列关于固体催化剂特点的描述, 正确的是  
A. 与反应物分子易混合            B. 与产物易分离  
C. 催化剂易制备                    D. 易与产物混合
2. 下列催化剂制备方法中, 只能制备低含量金属负载型催化剂的是  
A. 沉淀法                            B. 机械混合法  
C. 离子交换法                        D. 浸渍法
3. 下列关于流动床中催化剂颗粒描述错误的是  
A. 颗粒通常在  $20\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$         B. 若颗粒过细, 催化剂粉带出旋风分离器  
C. 颗粒过细, 流化性不好            D. 颗粒过粗, 单位质量催化剂的效率低
4. 用沉淀法制备窄分布的大颗粒催化剂时, 应该怎样控制晶体的成核速率和长大速率?  
A. 长大速率比成核速率快            B. 长大速率比成核速率慢  
C. 长大速率与成核速率相当        D. 与成核速率和长大速率无关
5. Arrhenius 方程  $k = k_0 e^{-\frac{E}{RT}}$  中  $k_0$  的意义是指  
A. 扩散效应                        B. 转化速率  
C. 反应速率常数                    D. 补偿效应

6. 在  $\text{NH}_3$  吸附的 TPD 谱图上, 高温脱附峰对应的酸中心是  
A. 弱酸                                B. 强酸  
C. 弱 L 酸                            D. 弱 B 酸
7. 均匀沉淀法制备氢氧化铝沉淀时, 可使用的沉淀剂为  
A. 尿素                                B. KOH  
C. NaOH                                D. 草酸
8. 固体超强酸是指其 Hammett 酸强度函数值为  
A.  $H_0 > 11.9$                         B.  $H_0 > -11.9$   
C.  $H_0 > 0$                             D.  $H_0 < -11.9$
9. 吸附质在毛细管内形成液面的凹凸与其平衡蒸汽压的关系是  
A. 液面向上凸时, 其平衡蒸汽压大于它的饱和蒸汽压  
B. 液面向上凸时, 其平衡蒸汽压小于它的饱和蒸汽压  
C. 液面向下凹时, 其平衡蒸汽压大于它的饱和蒸汽压  
D. 其平衡蒸汽压大小与液面的凹凸无关
10. 将预先吸附了某种(吸附质)的固体酸(吸附剂或催化剂), 在等速升温且通入稳定流速的载气条件下, 表面吸附的碱到了一定的温度范围便脱附出来, 在吸附柱后用色谱检测器记录碱脱附速率随温度的变化, 该方法称为  
A. 程序升温还原法(TPR)            B. X射线衍射法(XRD)  
C. 程序升温脱附法(TPD)            D. 扫描电子显微镜法(SEM)

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”。

11. 催化剂在反应前后其组成和数量都不变, 故催化剂可以无限使用。
12. MgY 分子筛的酸性强于 BaY 分子筛的酸性。
13. L 酸强度是指给出质子的能力。
14. 催化剂孔隙分布的测定方法中, 大孔可用光学显微镜直接观察和压汞法测定, 微孔可用气体吸附法测定。
15. 表征一个催化剂的活性是指在给定的条件下, 定量地测定一个催化剂促进某种化学转化的能力。
16. 半导体的附加能级使其电子脱出功增大, 电导率升高。
17. 气固相接触时, 固体表面的浓度低于气体体相中的浓度的现象称为吸附。
18. 沉淀法中所加沉淀剂的溶解度要小, 有利于洗涤脱除。
19. 影响催化剂再生操作方式选择的首要因素是催化剂活性下降的速率。
20. 催化剂煅烧时会使平均孔径增大。

## 第二部分 非选择题

三、填空题：本大题共 15 小题，每小题 1 分，共 15 分。

21. 催化剂的活性可以用反应速率、\_\_\_\_\_和转化率来表示。
22. 根据分子在固体表面吸附时的结合力不同，吸附可分为\_\_\_\_\_和物理吸附。
23. 负载型催化剂可做成蛋壳型，这样是为了节省\_\_\_\_\_。
24. 用于金属化学吸附研究的试样有金属丝、\_\_\_\_\_、金属薄片和金属单晶。
25. 催化剂的组成包括活性组分、助催化剂和\_\_\_\_\_。
26. 几乎所有的金属催化剂都是\_\_\_\_\_，这与金属的结构，表面化学键有关。
27. BET 方程是建立在 Langmuir 吸附理论基础上的，该方程认为吸附达到平衡时，每个吸附层上的蒸发速度等于\_\_\_\_\_。
28. 固体表面上气体浓度随着时间的增加不发生变化的现象称为\_\_\_\_\_。
29. 固体酸强度的测定主要有\_\_\_\_\_和气态碱吸附、脱附法。
30. 影响吸附质与吸附剂之间化学作用力主要因素有\_\_\_\_\_和几何因素。
31. 分子筛中硅原子以\_\_\_\_\_形式存在。
32. 浸渍液的浓度取决于催化剂中\_\_\_\_\_的含量。
33. 在评价一个催化剂时，通常认为有四个最重要的因素，它们分别是：活性、\_\_\_\_\_、寿命与价格。
34. 催化剂所接触的流体中的少量杂质能吸附在催化剂的活性位上，使催化剂的活性下降乃至消失，这称之为\_\_\_\_\_。
35. 分子筛催化剂的择形催化作用有反应物择形催化、\_\_\_\_\_、产物择形催化和分子交通控制择形催化。

四、名词解释题：本大题共 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。

36. 催化作用
37. 内扩散
38. 络合催化
39. 熔融法
40. 催化剂再生

五、简答题：本大题共 5 小题，每小题 4 分，共 20 分。

41. Langmuir 吸附等温模型成立的条件有哪些？
42. 催化剂载体的功能有哪些？
43. 简述吸附和催化的关系。

44. 简述实用活性测试的目的。

45. 简述影响溶胶稳定的因素。

六、计算题：本大题共 1 小题，每小题 10 分，共 10 分。

46. 用 Hg-He 法测某催化剂重量  $W=4$  g 时，若已知容器容积  $V=60.00$  cm<sup>3</sup>，测定充 He 和充 Hg 的体积分别为  $V_{\text{He}}=59.50$  cm<sup>3</sup> 和  $V_{\text{Hg}}=59.00$  cm<sup>3</sup>。求该催化剂的骨架密度  $\rho_{\text{骨架}}$ 、颗粒度  $\rho_{\text{颗粒}}$ 、孔容  $V_{\text{孔}}$ 、比孔容  $V_{\text{p}}$  和孔隙率  $\theta$ ？

七、综合题：本大题共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分。

47. 什么是  $d$  特性百分数？它与金属催化剂的化学吸附和催化活性有什么关系？其在解释金属催化剂性能时的局限性在哪里？这一局限性可由什么理论来解释？请举例说明。
48. 固体酸酸度和酸强度的含义是什么？如何通过实验测定固体酸的酸度和酸强度？指出 B 酸和 L 酸的区别并说明采用什么分析方法可鉴别 B 酸和 L 酸？