

# 汕头大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 822

科目名称: 分析化学

适用专业: 化学

考生须知

答案一律写在答题纸上, 答在试题纸上的不得分! 请用黑色字迹签字笔作答, 答题要写清题号, 不必抄原题。

一、单选题 (请选择最符合题目要求的答案, 每小题 2 分, 25 小题共 50 分)

- 1、在进行定性分析时应选择 ( )  
A 灵敏度最高的反应                      B 选择性最高的反应  
C 不必考虑灵敏度和选择性, 只要有特殊现象就行  
D 反应的灵敏度满足的条件下, 采用选择性高的反应
- 2、下列未知酸性溶液, 报告合理的是 ( )  
A  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$                       B  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$   
C  $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$                       D  $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{Cl}^-$
- 3、对于置信区间的正确理解是 ( )  
A 一定置信度下, 以真实值为中心, 包括真实值在内的区间  
B 一定置信度下, 以测量平均值为中心, 包括真实值在内的区间  
C 在样本容量相同的情况下, 置信水平越高, 置信区间越窄  
D 一定置信度下以真实值为中心的可靠性范围
- 4、下列各数中, 有效数字位数为四位的是 ( )  
A  $[\text{H}^+] = 0.0003 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$                       B  $\text{pH} = 10.42$                       C 4000                      D 19.96%
- 5、要求分析结果达到 0.1% 的准确度, 使用灵敏度为 0.1 mg 的天平衡量试样, 至少应该称取试样 ( )  
A 0.1 g                      B 0.2 g                      C 0.05 g                      D 0.5 g
- 6、用标准 NaOH 溶液滴定同浓度的 HCl, 若两者的浓度均增加 10 倍, 以下关于滴定曲线 pH 突跃大小, 正确的是 ( )  
A 化学计量点前后 0.1% 的 pH 均增大  
B 化学计量点前后 0.1% 的 pH 均减小  
C 化学计量点前 0.1% 的 pH 减小, 后 0.1% 的 pH 增大  
D 化学计量点前 0.1% 的 pH 增加, 后 0.1% 的 pH 减小

# 汕头大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

- 7、与 EDTA 形成稳定性最强的金属离子是 ( )  
A  $Zn^{2+}$       B  $Ca^{2+}$       C  $Hg^{2+}$       D  $Fe^{2+}$
- 8、某金属离子指示剂  $H_3In$  的  $pK_{a1} = 6.3$ ,  $pK_{a2} = 10.0$ ,  $pK_{a3} = 12.0$ , 不同形体的颜色分别是:  $H_3In$ -紫红色、 $H_2In^-$ -蓝色、 $HIn^{2-}$ -橙红色、 $In^{3-}$ -红色。与金属离子形成配合物的颜色是红色, 则络合滴定时适合的 pH 为 ( )  
A  $< 4$       B  $4 \sim 6$       C  $6 \sim 10$       D  $10 \sim 12$
- 9、下列反应在滴定曲线在化学计量点前后是对称的是 ( )  
A  $2Fe^{3+} + Sn^{2+} = Sn^{4+} + 2Fe^{2+}$   
B  $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ = Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$   
C  $Ce^{4+} + Fe^{2+} = Ce^{3+} + Fe^{3+}$   
D  $2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$
- 10、已知在  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} H_2SO_4$  介质中,  $Fe^{2+}$ 和  $Fe^{3+}$ 分别与邻二氮菲络合的总稳定常数之比为  $2.8 \times 10^{-6}$ ,  $\varphi^\ominus(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0.77 \text{ V}$ , 则该体系中  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ 电对的条件电位是 (忽略离子强度的影响) ( )  
A  $0.39 \text{ V}$       B  $0.77 \text{ V}$       C  $0.58 \text{ V}$       D  $1.15 \text{ V}$
- 11、铬酸钾指示剂法不能用于碘化物的测定, 主要原因是 ( )  
A  $AgI$  的溶解度太小      B  $AgI$  的吸附能力太强  
C  $AgI$  的沉淀速率太慢      D 没有合适的指示剂
- 12、在重量分析中, 洗涤无定形沉淀的洗涤液是 ( )  
A 冷水      B 含沉淀剂的洗涤液      C 热的电解质溶液      D 热水
- 13、已知  $Mg(OH)_2$  的  $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-11}$ , 则  $Mg(OH)_2$  饱和溶液的 pH 是 ( )  
A  $3.59$       B  $10.43$       C  $4.5$       D  $9.41$
- 14、下列关于称量形式与沉淀形式的说法正确的是 ( )  
A 称量形式与沉淀形式应该相同  
B 称量形式的式量越大越好  
C 沉淀形式必须要有固定的化学组成  
D 沉淀形式必须是晶形沉淀

# 汕头大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

- 15、下列红外光谱区包含  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$  的吸收带的是 ( )
- A  $3000\sim 2700\text{ cm}^{-1}$ ,  $1675\sim 1500\text{ cm}^{-1}$ ,  $1475\sim 1300\text{ cm}^{-1}$   
B  $3300\sim 3010\text{ cm}^{-1}$ ,  $1675\sim 1500\text{ cm}^{-1}$ ,  $1475\sim 1300\text{ cm}^{-1}$   
C  $3300\sim 3010\text{ cm}^{-1}$ ,  $1900\sim 1650\text{ cm}^{-1}$ ,  $1000\sim 650\text{ cm}^{-1}$   
D  $3000\sim 2700\text{ cm}^{-1}$ ,  $1900\sim 1650\text{ cm}^{-1}$ ,  $1475\sim 1300\text{ cm}^{-1}$
- 16、采用标准曲线法测定某元素时, 下列操作错误的是 ( )
- A 配制三个或三个以上不同浓度的被测元素标准溶液  
B 在相同条件下分析标准溶液与未知溶液  
C 所绘制标准曲线的横、纵坐标分别为被测元素浓度和谱线强度  
D 将标准曲线外推至与横坐标相交, 交点所对应的横坐标值即为未知溶液中被测物的浓度值
- 17、对于确定材质的棱镜, 其折射率与入射波长间的关系为 ( )
- A 入射波长越短, 折射率越大      B 入射波长越长, 折射率越大  
C 入射波长对折射率无影响      D 与具体的入射角有关
- 18、任何振动能级间的能量差为 ( )
- A  $\frac{1}{2} h\nu$       B  $\frac{3}{2} h\nu$       C  $h\nu$       D  $\frac{2}{3} h\nu$
- 19、如果 C-H 键和 C-D 键的键力常数相同, 那么 C-H 键的振动频率  $\nu_{\text{C-H}}$  与 C-D 键的振动频率  $\nu_{\text{C-D}}$  相比是 ( )
- A  $\nu_{\text{C-H}} > \nu_{\text{C-D}}$       B  $\nu_{\text{C-H}} < \nu_{\text{C-D}}$       C  $\nu_{\text{C-H}} = \nu_{\text{C-D}}$       D 不一定
- 20、在  $^1\text{H}$  NMR 谱中, 一般不能直接提供化合物结构信息的是 ( )
- A 同类化学环境中质子的个数      B 不同化学环境中的质子种类数  
C 不相邻碳原子上的质子个数      D 相邻碳原子上的质子的个数
- 21、以下关于核的等价性的表述中, 正确的是 ( )
- A 分子中化学等价的核肯定也是磁等价的  
B 分子中磁等价的核肯定也是化学等价的  
C 分子中磁等价的核不一定是化学等价的  
D 分子中化学不等价的核也可能是磁等价的

# 汕头大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

- 22、以下原子核自旋角动量为零的核是 ( )  
A  $^{16}\text{O}$                       B  $^{13}\text{C}$                       C  $^1\text{H}$                       D  $^{15}\text{N}$
- 23、在  $^1\text{H}$  核磁共振波谱中出现单峰的化合物是 ( )  
A  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$                       B  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$   
C  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$                       D  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- 24、某化合物的质谱图上出现  $\frac{m}{z} = 74$  的强峰，红外光谱在  $3400\text{-}3200\text{cm}^{-1}$  有一宽峰，  
 $1700\text{-}1750\text{cm}^{-1}$  有一强峰，则该化合物可能是 ( )  
A  $\text{R}_1\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-COOCH}_3$                       B  $\text{R}_1\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$   
C  $\text{R}_1\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-COOH}$                       D B 或 C
- 25、下列化合物中的质子，化学位移最大的是 ( )  
A  $\text{CH}_3\text{F}$     B  $\text{CH}_3\text{Cl}$     C  $\text{CH}_3\text{Br}$     D  $\text{CH}_3\text{I}$

## 二、填空题（每空 2 分，20 空共 40 分）

- 26、某银组离子氯化物的白色沉淀，只需要用氨水处理沉淀就可以确定它是哪种氯化物。若沉淀溶解，则该沉淀是(1)\_\_\_\_\_，若沉淀变成黑色，则该沉淀是(2)\_\_\_\_\_。
- 27、在进行  $\text{H}_2\text{S}$  系统分析前，应提前对 \_\_\_\_\_ 这三种离子进行分别鉴定。
- 28、决定正态分布曲线形状的两个基本参数分别是(1)\_\_\_\_\_和(2)\_\_\_\_\_，它们分别反映了测量值的集中趋势和分散程度。
- 29、写出  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  溶液的质子平衡方程 \_\_\_\_\_
- 30、某二元弱酸  $\text{H}_2\text{A}$ ， $pK_{a1} = 3.0$ ， $pK_{a2} = 4.4$ ，水溶液中，当  $[\text{HA}^-]$  达到最大时  $\text{pH} = (1)$ \_\_\_\_\_，此时  $[\text{H}_2\text{A}]$  与  $[\text{A}^{2-}]$  间的关系是 (2)  $[\text{H}_2\text{A}]$  \_\_\_\_\_  $[\text{A}^{2-}]$  (填 >、= 或 <)。

# 汕头大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

- 31、在含有  $\text{Zn}^{2+}$  和  $\text{Al}^{3+}$  的酸性混合溶液中，欲在  $\text{pH} = 5.0 \sim 5.5$  的条件下，用 EDTA 滴定  $\text{Zn}^{2+}$ 。加入一定的六次甲基四胺的作用是(1)\_\_\_\_\_；加入  $\text{NH}_4\text{F}$  的作用是(2)\_\_\_\_\_。
- 32、EDTA 标准溶液长期存放于玻璃容器中会溶解  $\text{Ca}^{2+}$ 。用这种 EDTA 溶液滴定  $\text{Bi}^{3+}$ ，则测得的  $\text{Bi}^{3+}$  含量会\_\_\_\_\_。(填“偏高”、“偏低”或“无影响”)
- 33、在  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$  中， $\varphi^{\ominus}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.68 \text{ V}$ ， $\varphi^{\ominus}(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.14 \text{ V}$ ，则滴定反应  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} = \text{Sn}^{4+} + 2\text{Fe}^{2+}$  的平衡常数为(1)\_\_\_\_\_；化学计量点的电位(2)\_\_\_\_\_。
- 34、在紫外光区测试溶液样品所用的吸收池一般用\_\_\_\_\_材料制成。
- 35、 $\text{CO}_2$  经过质谱离子源后形成的带电粒子有  $\text{CO}_2^+$ 、 $\text{CO}^+$ 、 $\text{C}^+$ 、 $\text{CO}_2^{2+}$  等，他们经加速后进入磁质量分析器，它们运动轨迹的曲率半径最大的是\_\_\_\_\_。
- 36、极性溶剂一般使被测物的  $\pi \rightarrow \pi^*$  吸收带(1)\_\_\_\_\_，使  $n \rightarrow \pi^*$  吸收带(2)\_\_\_\_\_。(填“红移”，“蓝移”或“不移动”)
- 37、核磁共振中，若高能级的核没有通过其他途径回到低能级，也就是说没有过剩的低能级核可以跃迁，NMR 信号将(1)\_\_\_\_\_，这个现象称为(2)\_\_\_\_\_。
- 38、某化合物分子式为  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ，相对分子质量为 88，质谱图上出现  $m/z=60$  的基峰，则该化合物最大可能为\_\_\_\_\_。

# 汕头大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

## 三、简答题 (5 小题共 25 分)

- 39、为了测定大理石中  $\text{CaCO}_3$  的含量, 能否直接用标准  $\text{HCl}$  溶液滴定? 你认为正确的操作应该如何进行? (5 分)
- 40、产生红外吸收的条件有哪些? 红外光谱图上出现的峰数小于理论振动数的原因主要有哪些?。(5 分)
- 41、在 NMR 中, 为什么处在不同的核自旋能级上的原子核数目几乎相等? 选择什么样的实验条件能增加低能级的原子核的数目以增强 NMR 的信号? (5)
- 42、质谱仪由哪几部分组成? 各部分的主要作用是什么? (10 分)

## 四、计算题 (请写出详细的计算过程, 共 5 小题, 共 35 分)

- 43、使用 60 MHz 的核磁共振仪, 化合物中某质子与四甲基硅烷间的频率差为 120 Hz。如果使用 200 MHz 的仪器, 则它们之间的频率差是多少? 此数据说明什么问题? (5 分)
- 44、今要配制 100.0 mL pH=2.0 氨基乙酸缓冲溶液, 总浓度为  $0.20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 需要多少克氨基乙酸? 需要多少毫升  $1.00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的盐酸? [已知氨基乙酸  $M_r = 75.07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $pK_{a1} = 2.35$   $pK_{a2} = 9.60$ ] (6 分)
- 45、含  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  的粗试样 1.234 g, 用 20.00 mL  $0.2500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液处理, 此时氧化物全部溶解, 并且  $\text{Pb(IV)}$  被还原为  $\text{Pb(II)}$ , 将溶液中和至  $\text{Pb}^{2+}$  全部定量地沉淀为  $\text{PbC}_2\text{O}_4$  并过滤。将滤液用硫酸酸化, 以  $0.0400 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定, 用去 10.00 mL。将沉淀以酸溶解, 用相同浓度  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定, 消耗 30.00 mL。计算试样中  $\text{PbO}$  和  $\text{PbO}_2$  的含量 (杂质不参与反应)。 [ $M_r(\text{PbO}) = 223.2$ ;  $M_r(\text{PbO}_2) = 239.0$ ] (8 分)

# 汕头大学 2021 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

46、在  $\text{pH} = 10.0$  的氨性缓冲溶液中，含有浓度均为  $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$ 。今加入 KCN 掩蔽其中的  $\text{Zn}^{2+}$ ，再以  $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 EDTA 溶液滴定 25.0 mL 此混合溶液中的  $\text{Mg}^{2+}$ 。若检测终点时， $\Delta \text{pM} = 0.2$ ，欲使终点误差 TE 不超过 0.1%，问至少应该加入 KCN 多少克？ $[\lg K_{\text{ZnY}} = 16.5; \lg K_{\text{MgY}} = 8.7; \text{pH} = 10.0$  时  $\lg \alpha_{\text{Y(H)}} = 0.45$ ，HCN 的  $\text{pK}_a = 9.21$ ；Zn-CN 络合物的  $\lg \beta_4 = 16.7$  (可忽略  $\beta_1 \sim \beta_3$ )， $M_r(\text{KCN}) = 65.1]$  (8 分)

47、 $\text{ZrO}^{2+}$  与 R 显色剂形成的络合物最大吸收波长为 530 nm。现有浓度均为  $4.5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $[\text{ZrO}^{2+}]$  和  $[\text{R}]$  标准溶液，将它们按不同比例混合后的溶液以 1.0 cm 吸收池测量吸光度值 A，结果如下表：

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V( $\text{ZrO}^{2+}$ )/mL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V(R)/mL	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
A	0	0.124	0.238	0.313	0.313	0.282	0.231	0.175	0.116	0.057	0

求：(1) R 与  $\text{ZrO}^{2+}$  的络合比；(2) 络合物的稳定常数。(8 分)