

# 华中科技大学

## 二〇〇四年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 分析化学试卷(环境)

适用专业: 环境科学

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

### 一、单项选择题 (每题 3 分, 共 45 分)

1、 下列叙述错误的是

- A. 误差是以真值为标准的, 偏差是以平均值为标准的, 实际工作中获得的所谓“误差”, 实质上是偏差
- B. 对某项测定来说, 它的系统误差大小是不可测量的
- C. 对偶然误差来说, 大小相近的正误差和负误差出现的机会是均等的
- D. 标准偏差是用数理统计方法处理测定的数据而获得的

2、 可用于减少测量过程中的偶然误差的方法

- A. 进行对照实验
- B. 进行空白试验
- C. 进行仪器校准
- D. 增加平行试验的次数

3、 在 HCl 介质中, 用  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定  $\text{Fe}^{2+}$  时, 需加入  $\text{MnSO}_4$ , 其主要作用是

- A. 加快反应速率
- B. 防止诱导效应和  $\text{Cl}^-$  氧化
- C. 阻止  $\text{MnO}_2$  生成
- D. 防止  $\text{KMnO}_4$  分解

4、  $0.1\text{mol/L}$  的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液  $[\text{H}^+]$  的计算公式应选择

- A.  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_{a_1} \cdot c}$
- B.  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_{a_1} \cdot K_{a_2}}$
- C.  $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{cK_w}{K_b}}$
- D.  $[\text{H}^+] = \frac{K_a \cdot c_{\text{酸}}}{c_{\text{盐}}}$

- 5、在用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标定  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  时, KI 与  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  反应较慢, 为了使反应能进行完全, 下列措施不正确的是
- A. 增加 KI 的量                      B. 溶液在暗处放置 5min  
C. 使反应在较浓溶液中进行        D. 加热
- 6、 $\text{pK}_a=5.0$  的一元弱酸 HA, 用 NaOH 溶液滴定至一半时, 溶液 pH 约为
- A. 1.3      B. 2.5      C. 5.0      D. 7.5
- 7、用同一盐酸溶液滴定体积相等的 NaOH 溶液和  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  溶液, 消耗 HCl 体积相同。说明两溶液中
- A.  $[\text{OH}^-]$  相等  
B. NaOH 和  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  浓度相等  
C. 两物质  $\text{pK}_b$  相等  
D. 两物质电离度相等
- 8、用 EDTA 测定  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  中的  $\text{Al}^{3+}$ , 最适合的滴定方式是  
(已知  $\lg K_{\text{CuY}}=18.8$ ,  $\lg K_{\text{ZnY}}=16.5$ ,  $\lg K_{\text{AlY}}=16.1$ )
- A. 直接滴定                      B. 间接滴定  
C. 返滴定                        D. 置换滴定
- 9、在  $\text{pH}=10$  的氨性溶液中, 已计算出  $\alpha_{\text{Zn}(\text{NH}_3)}=10^{4.7}$ ,  $\alpha_{\text{Zn}(\text{OH})}=10^{2.4}$ ,  $\alpha_{\text{Y}(\text{H})}=10^{0.5}$ ; 则在此条件下,  $\lg K'_{\text{ZnY}}$  为 (已知  $\lg K_{\text{ZnY}}=16.5$ )
- A. 8.9      B. 11.8      C. 14.3      D. 11.3
- 10、二甲酚橙作指示剂, EDTA 滴定  $\text{Pb}^{2+}$ 。为消除  $\text{Al}^{3+}$  而采用的掩蔽剂是
- A.  $\text{NH}_4\text{F}$       B. KCN      C. 三乙醇胺      D. 铜试剂
- 11、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  与强酸性阳离子交换树脂进行交换, 亲和力顺序是
- A.  $\text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$                       B.  $\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Al}^{3+}$   
C.  $\text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ = \text{K}^+$                       D.  $\text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+$

12、以  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  作基准物质，来标定  $\text{NaOH}$  溶液的浓度。但因保存不当，草酸失去部分结晶水，此时标定出的  $\text{NaOH}$  溶液的浓度结果

- A. 偏低    B. 偏高    C. 无影响    D. 不确定

13、 $\text{HAc-NaAc}$  溶液中质子条件正确的是

- A.  $[\text{H}^+] + [\text{HAc}] = [\text{Ac}^-] + [\text{Na}^+]$   
B.  $[\text{H}^+] + [\text{HAc}] = [\text{Ac}^-] + [\text{OH}^-]$   
C.  $[\text{H}^+] = [\text{Ac}^-] - c_{\text{NaAc}} + [\text{OH}^-]$   
D.  $[\text{H}^+] + [\text{HAc}] + c_{\text{HAc}} = [\text{OH}^-]$

14、0.5070g 纯  $\text{KIO}_x$ ，将其还原成  $\text{I}^-$  后，正好能与 23.36mL 0.1000mol/L  $\text{AgNO}_3$  溶液反应完全。已知 K、I、O 的摩尔质量为 39.0、130、16.0。则此物质的分子为

- A.  $\text{KIO}$     B.  $\text{KIO}_2$     C.  $\text{KIO}_3$     D.  $\text{KIO}_4$

15、 $\text{H}_3\text{PO}_4$  的离解常数  $\text{pK}_{\text{a}1}=2.12$ ,  $\text{pK}_{\text{a}2}=7.00$ ,  $\text{pK}_{\text{a}3}=12.36$ 。由其分布曲线可知， $\text{pH}=8.0$  的 0.1mol/L  $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液中各种存在形式平衡浓度之间的关系是

- A.  $[\text{PO}_4^{3-}] > [\text{HPO}_4^{2-}]$     B.  $[\text{HPO}_4^{2-}] > [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$   
C.  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] > [\text{HPO}_4^{2-}]$     D.  $[\text{H}_3\text{PO}_4] > [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$

## 二、填空题（每题 3 分，共 45 分）

1、以溴酸钾-碘量法测定苯酚浓度时，有  $\text{Br}_2$  逃逸，测定结果将\_\_\_\_\_。

2、活度系数的大小代表了\_\_\_\_\_对离子化学作用能力影响的大小，也就是溶液偏离\_\_\_\_\_尺度。

3、酸效应系数的定义式  $\alpha_{\text{Y(H)}} = \underline{\hspace{2cm}}$ ；条件稳定常数的定义式  $K'_{\text{MY}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

4、 $\text{H}_2\text{A}$  的  $\text{pK}_{\text{a}1}=2.0$ ,  $\text{pK}_{\text{a}2}=5.0$ 。当溶液中  $[\text{H}_2\text{A}] = [\text{A}^{2-}]$  时， $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

5、平均值的置信区间的出发点是把正态分布曲线下所包围的面积作为 100%，计算出  $\pm\sigma$  为\_\_\_\_\_， $\pm 2\sigma$  为\_\_\_\_\_。

6、配制的  $\text{NaOH}$  溶液未除尽  $\text{CO}_3^{2-}$ ，若以  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  标定  $\text{NaOH}$  浓度后，用于测定  $\text{HAc}$  含量，结果将\_\_\_\_\_（偏高、偏低或无影响）。

- 7、在氨性缓冲溶液中,用 EDTA 滴定  $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  等时,其滴定曲线受两种效应的影响。化学计量点前因\_\_\_\_\_效应的影响而改变;化学计量点后主要因\_\_\_\_\_效应的影响而改变。
- 8、下列效应对沉淀溶解度的影响(增大、减小或无影响)。同离子效应\_\_\_\_\_;盐效应\_\_\_\_\_。
- 9、用分光光度法测定试样中磷。称取 0.1850g,溶解并处理后,稀释至 100mL,吸取 10mL 于 50mL 容量瓶中,显色后,其  $\varepsilon=5 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ,在 1cm 比色皿中测得  $A=0.03$ 。这一测定结果的相对误差必然很大,其原因是\_\_\_\_\_,要提高测定准确度,除增大比色皿厚度或增加试样量以外,还可以采取\_\_\_\_\_。
- 10、金属离子与 EDTA 配合物的稳定性随金属离子的不同而有较大区别,主要决定于金属离子本身的离子电荷、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 11、莫尔法测定  $\text{NH}_4\text{Cl}$  中  $\text{Cl}^-$  含量时,若  $\text{pH}>7.5$  会引起\_\_\_\_\_的形成,使测定结果偏\_\_\_\_\_。
- 12、将含  $\text{MgO}$  约 50% 的试样,经溶解后定容成 250mL。吸取 25mL 该溶液,用 0.020 mol/L EDTA 滴定试样中  $\text{MgO}$  ( $M=40.31 \text{ g/mol}$ ) 的含量,则试样称取范围为\_\_\_\_\_。
- 13、一定体积的某物质水溶液,用等体积有机试剂萃取,若要求一次萃取率达到 99.99%,则该物质的分配比必须大于\_\_\_\_\_。
- 14、酸性溶剂对\_\_\_\_\_有拉平效应,酸性溶质对\_\_\_\_\_有区分效应。
- 15、某酸碱指示剂的  $\text{pK}_{\text{HIn}}=8.1$ ,其理论变色范围是\_\_\_\_\_。

### 三、简答题(共 10 分)

- 1、今欲分离下列试样的某种组分,分别应选用那种沉淀分离法(要求写出简要步骤和试剂)(6 分)
- (1) 镍合金中较大量的镍
  - (2) 低碳钢中的微量镍

2、判断下列情况对测定结果的影响，并简要说明原因（4分）

用吸收了二氧化碳的 NaOH 溶液滴定  $\text{H}_3\text{PO}_4$  至第一化学计量点情况怎样？若滴定至第二化学计量点时，情况又怎样？

#### 四、计算题（共 50 分）

1、称取  $\text{Na}_3\text{PO}_4\text{-Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (A) 试样 1.000g，溶解后，通过氢型阳离子交换树脂收集流出液，以甲基红为指示剂，用 0.1000 mol/L 的 NaOH 溶液滴定，耗去 30.00mL。随后加入足量的甘露醇，以百里酚酞为指示剂，继续用 NaOH 滴定，耗去 40.00mL。求原混合溶液中  $\text{Na}_3\text{PO}_4\%$  ( $M=164$ ) 和  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\cdot 10\text{H}_2\text{O}\%$  ( $M=381$ )，为何用甲基红作指示剂？（10 分）

2、欲使 100mL 0.01mol/L 的  $\text{Zn}^{2+}$  浓度降至  $10^{-9}\text{mol/L}$ ，需向溶液中加入固体 KCN 多少克？已知  $\text{Zn}^{2+}\text{-CN}^-$  配合物的  $\beta_4=10^{16.7}$ ， $M(\text{KCN})=65.12\text{g/mol}$ 。（10 分）

3、化学好氧量（COD）是指水中的还原性物质（有机物和无机物），在一定条件下被强氧化剂氧化时所消耗的数量，以氧( $\text{O}_2$ )的 mg/L 表示。今取废水样 100.0mL，用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化后，加入 25.00mL 0.01667mol/L  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液，以  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  为催化剂煮沸一定时间，待水样中还原性物质较完全的氧化后，以邻二氮菲-亚铁为指示剂，用 0.1000mol/L  $\text{FeSO}_4$  滴定剩余的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，消耗 15.00mL。计算废水样中 COD。已知  $M(\text{O}_2)=32.00$ （15 分）

4、欲使 0.8500g 石膏( $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )中的硫酸根全部转化为  $\text{BaSO}_4$  形式，需加入多少毫升 15% 的  $\text{BaCl}_2$  溶液？假设溶液体积为 500mL，要想溶液中  $\text{BaSO}_4$  的损失不超过 0.2mg，则需向溶液中加入多少毫升  $\text{BaCl}_2$  溶液？( $K_{sp}(\text{BaSO}_4)=1.1 \times 10^{-10}$ ， $M(\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O})=172.17$ ， $M(\text{BaCl}_2)=208.24$ ， $M(\text{BaSO}_4)=233.39$ )（15 分）