

山东师范大学  
硕士研究生入学考试试题

考试科目：分析化学

允许使用计算器

- 注意事项：1. 本试卷共四道大题（共计 4 个小题），满分 150 分；  
2. 本卷属试题卷，答题另有答题卷，答案一律写在答题卷上，写在该试题卷上或草纸上均无效。要注意试卷清洁，不要在试卷上涂划；  
3. 必须用蓝、黑钢笔或圆珠笔答题，其它均无效。  
4. 考试结束后将本卷装入试题袋内，不得带走，否则以违纪论处。

\*\*\*\*\*

一. 单项选择题 (每小题 1.5 分, 共 30 分)

1. 滴定分析中, 下列情况, 哪种导致系统误差 (1)

- A. 试样未充分混匀      B. 滴定管未洗涤干净  
C. 砝码未校准          D. 滴定时有液滴溅出

2. 将下列溶液, 用纯水稀释 10 倍, 其中

pH 值变化最大的是 (2)

- A.  $0.1 \text{ mol/L NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 0.1 \text{ mol/L NH}_4\text{Cl}$   
B.  $0.1 \text{ mol/L NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
C.  $0.1 \text{ mol/L}$  的 HAc  
D.  $0.1 \text{ mol/L HCl}$

3. 称是 NaOH 溶液的基准物质邻苯二甲酸氢钾中混有少量邻苯二甲酸, 用此标准溶液测定样品时, 导致结果 (3)

A 偏高 B. 偏低 C. 无影响, D 不确定

4. 用  $0.1000 \text{ mol/L}$  NaOH 溶液滴定  $0.1000 \text{ mol/L}$  HCOOH ( $\text{p}K_a = 3.74$ ) 对此滴定选用的指示剂是 (4)

A 酚酞 ( $\text{p}K_a = 9.1$ ) B 溴酚蓝 ( $\text{p}K_a = 4.1$ )

C 甲基橙 ( $\text{p}K_a = 3.41$ ) D 中性红 ( $\text{p}K_a = 7.4$ )

5. 直接络合滴定法, 终点呈现的颜色是 (5)

A. EDTA 与被测金属离子形成络合物的颜色

B. 金属指示剂与被测金属离子形成金属络合物的颜色

C 游离金属指示剂的颜色

D. A + C 项的混合色

6. 某矿石中含有 60% 左右的铁, 要求测定的相对误差为 0.2%, 用下列哪种方法测定? (6)

A. 邻菲罗啉光度法 B. EDTA 络合滴定法

C  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  滴定法 D. 原子吸收光谱法

7. 在  $\text{pH}=10$  的  $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$  缓冲溶液中, 用 EDTA 测定含  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  及少量  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  的溶液, 加入三乙醇胺, 这时测得的是 (7)
- A.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  的含量      B.  $\text{Ca}^{2+}$  的含量      C.  $\text{Mg}^{2+}$  的含量  
D.  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  的含量      E.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  的含量
8. 在  $1\text{mol/L}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中, 用  $\text{Ce}^{4+}$  滴定  $\text{Fe}^{2+}$ , 已知  $E^{\ominus}_{\text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+}} = 1.44\text{V}$ ,  $E^{\ominus}_{\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}} = 0.68\text{V}$ , 化学计量点的电势  $E_{\text{sp}}$  是 (8)
- A.  $1.01\text{V}$       B.  $2.01\text{V}$       C.  $1.06\text{V}$       D.  $0.98\text{V}$
9. 用  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  标定  $\text{KMnO}_4$  溶液时, 溶液的酸度不宜过低, 原因是 (9)
- A. 使  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  分解      B.  $\text{MnO}_4^-$  不与  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  反应  
C.  $\text{MnO}_4^-$  分解析出  $\text{O}_2$       D.  $\text{MnO}_4^-$  分解析出  $\text{MnO}_2$
10. 碘量法测铜合金中的铜时, 析出的  $\text{I}_2$  大部分被  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  滴定后, 再加入  $\text{NH}_4\text{SCN}$ , 目的是 (10)
- A.  $\text{CuSCN}\downarrow$  吸附  $\text{I}_2$  的倾向比  $\text{CuI}$  小, 减小测定误差  
B.  $\text{CuSCN}\downarrow$  不吸附  $\text{I}_2$ , 使测定误差更小  
C. 将  $\text{CuI}$  转化为  $\text{CuSCN}$ , 析出等量的  $\text{I}_2$   
D. 使  $\text{Fe}^{3+}$  生成  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ , 消除  $\text{Fe}^{3+}$  的干扰
11. 在重量分析中, 若杂质离子和构晶离子半径相近, 常之使生成的沉淀不纯, 主要因为形成的沉淀是 (11)

A. 包夹 B. 后沉淀 C. 混晶 D. 表面吸附

12. 佛尔哈德法返滴定测定  $\text{Cl}^-$  离子, 用铁铵矾作指示剂, 到达终点后, 随着摇动溶液, 红色又消失. 但测定  $\text{Br}^-$  则无上述现象, 原因是 (12)

- A. 滴定前加入了过量的  $\text{AgNO}_3$  溶液, 生成了  $\text{AgSCN} \downarrow$ .
- B.  $\text{AgBr}$  的溶解度比  $\text{AgSCN}$  小,  $\text{AgBr}$  不能被转化  $\text{AgSCN}$ .
- C.  $\text{SCN}^-$  不被  $\text{AgBr}$  吸附, 与  $\text{Fe}^{3+}$  生成红色络合物.
- D. 滴定是在酸性介质中进行, 不生成  $\text{AgSCN}$

13. 某吸附指示剂的  $\text{pH}_a = 7.0$ , 以法扬司法测定  $\text{Cl}^-$  时的 pH 应控制在 (13)

- A.  $\text{pH} < 7.0$  B.  $\text{pH} > 7.0$  C.  $7.0 < \text{pH} < 10.0$  D.  $\text{pH} > 10.0$

14.  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{K}^+$  离子与阳离子树脂进行交换, 其亲和力顺序为 (14)

- A.  $\text{K}^+ > \text{Li}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Fe}^{3+}$  B.  $\text{Fe}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Li}^+ > \text{K}^+$
- C.  $\text{Fe}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ = \text{Li}^+$  D.  $\text{Fe}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Li}^+$

15.  $\text{I}_2$  在有机相和水相中分配比为 8.00, 若 60.00 ml 浓度为 0.1000 mol/L  $\text{I}_2$  的水相与 100.00 ml 有机相振荡达平衡, 则 10.00 ml 有机相需多少 ml 0.06000 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液与之作用 (15)

- A. 15.30 ml. B. 18.60 ml. C. 10.60 ml. D. 18.90 ml

16. 某显色剂R在不同的pH下显示不同的颜色如下:

pH 1-3 (黄色) pH 3-7 (橙色) pH 7-10 (红色)

R与金属离子M络合后形成红色络合物, 该显色反应应在何种酸性条件下进行 (16)

A. 强酸性溶液 B. 强碱性溶液 C. 中性溶液 D. <sup>弱酸性溶液</sup>

17. 卡尔费休法可测定有机和无机物中的水, 滴定标准溶液, 即费休试剂是 (17)

A.  $I_2 + SO_2 + C_5H_5N$  <sup>混合液</sup> B.  $I_2 + SO_2 + CH_3OH$  混合液

C.  $I_2$  标准溶液 D.  $I_2 + SO_2 + C_5H_5N + CH_3OH$  混合液

18. 下列何种基准物质不能在烘箱内烘干 (18)

A. 邻苯二甲酸氢钾 B. 草酸钠 C. 硼砂 D. 碳酸钠

19. 已知某溶液的pH = 10.28, 氢离子浓度的正确值 (19)

A.  $5.2 \times 10^{-11}$  B.  $5.24 \times 10^{-11}$  C.  $5.248 \times 10^{-11}$  D.  $5 \times 10^{-11}$

20. 滴定分析要求相对误差为  $\pm 0.1\%$ , 若称取试样的绝对误差为  $\pm 0.0002 g$ , 则至少称取试样 (20)

A. 0.1 g B. 0.2 g C. 0.3 g D. 0.4 g

二、填空题 (每空1.5分, 共30分)

1. 判断下列情况, 造成何种误差 (系统、偶然)

- A. 称量过程中,天平零点略有变动 ①
- B. 蒸馏水中含有微量被测物质 ②
- C.  $15^{\circ}\text{C}$  下配制的标准溶液在  $25^{\circ}\text{C}$  下使用 ③

2.  $1\text{ mol/L}$  的  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  与  $1\text{ mol/L}$  的  $\text{HAc}$  等体积混合,  $\text{pH}$  值为 ④ ( $\text{HAc}$  的  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ,  $\text{NH}_3$  的  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ )

3. 有一磷酸盐混合试样,用标准  $\text{HCl}$  溶液滴定至酚酞终点时,消耗  $V_1\text{ ml}$ ,再用甲基橙作指示剂,继续滴定又消耗  $V_2\text{ ml}$ ,据  $V_1$  和  $V_2$  的关系,判断试样的组成。

A.  $V_1 = V_2$ , 试样组成为 ⑤

B.  $V_1 < V_2$ , 试样组成为 ⑥

4.  $0.20\text{ mol/L}$   $\text{NaOH}$  溶液  $50.0\text{ ml}$ , 加入  $50.0\text{ ml}$   $0.40\text{ mol/L}$   $\text{HAc}$  溶液, 此溶液的  $\text{pH}$  ⑦ ( $\text{HAc}$  的  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ )

5. 在  $\text{pH} = 3.5$  时,用  $\text{EDTA}$  测  $\text{Al}^{3+}$ , 常加入过量的  $\text{EDTA}$  并加热. 这是因为 ⑧ 和 ⑨. 将溶液调至  $\text{pH} 5-6$ , 用二甲酚橙作指示剂, 用标准  $\text{Zn}^{2+}$  液滴定剩余的  $\text{EDTA}$ .

6.  $\text{pH} = 4.00$  时, 用  $2.0 \times 10^{-3}\text{ mol/L}$   $\text{EDTA}$  滴定  $2.0 \times 10^{-3}\text{ mol/L}$   $\text{Zn}^{2+}$  溶液, 此时,  $\log K'_{\text{ZnY}}$  为 ⑩, 能否准确滴定 ⑪ (已知  $\log K_{\text{ZnY}} = 16.50$ ,  $\text{pH} = 4.00$  时  $\log \alpha_{\text{Y}(\text{H})} = 8.44$ )

7. 在  $\text{pH} = 10$  氨缓冲溶液中, 用  $\text{EBT}$  作指示剂 ⑫ 测定  $\text{Ca}^{2+}$

用  $\text{EDTA}$

为<sub>2</sub>提高指示剂变色的敏锐性,常加入少量的 (12).

其原因是 (13).

8. 用  $K_2Cr_2O_7$  法测定矿石中的铁,用浓 HCl 溶解矿样后,用  $Sn^{2+}$  将  $Fe^{3+}$  还原为  $Fe^{2+}$ ,再加入  $H_2SO_4-H_3PO_4$  混酸用二苯胺磺酸钠为指示剂,用  $K_2Cr_2O_7$  标准溶液滴定. 加入  $H_3PO_4$  的目的是 (14) 和 (15).

9. 均匀沉淀法是通过 (16) 产生沉淀剂,使沉淀缓慢析出,获得纯净的沉淀.

10. 用  $25.5 \mu g / 50.0 \text{ ml}$  的  $Fe^{2+}$  溶液,用邻二氮菲光度法测定,用  $2 \text{ cm}$  吸收池,在某波长下测得  $T = 50.5\%$ ,  $Fe$ -邻二氮菲络合物的摩尔吸光系数为 (17) 摩尔吸光度是 (18) ( $Fe$  的相对原子量为  $55.85$ )

11. 在双波长分光光度法中,当吸收池长度固定时, (19) 与被测组分的浓度成正比.

12. 玻璃 pH 电极用完后,应当 (20).

三. 计算题 (每小题 15 分,共 75 分)

1. 计算  $CdS$  在 (1) 纯水中和 (2)  $[NH_3] = 0.10 \text{ mol/L}$  溶液中的溶解度 (已知  $K_{sp} CdS = 8 \times 10^{-27}$ ,  $H_2S$  的  $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-7}$

$K_{a2} = 7.1 \times 10^{-15}$ .  $Cd(NH_3)_6^{2+}$  的  $\beta_1 = 10^{2.60}$ ,  $\beta_2 = 10^{4.65}$ ,  $\beta_3 = 10^{6.04}$

$\beta_4 = 10^{6.192}$ ,  $\beta_5 = 10^{6.60}$ ,  $\beta_6 = 10^{4.90}$ )

2. 含有浓度皆为  $0.0200 \text{ mol/L}$  的  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  溶液, 在  $\text{pH} = 5.5$  时加入  $\text{NH}_4\text{F}$ , 使终点时  $[\text{F}^-] = 0.10 \text{ mol/L}$ , 用  $0.02000 \text{ mol/L}$  的 EDTA 标准溶液滴定  $\text{Zn}^{2+}$ , 二甲酚橙作指示剂求终点误差.

已知  $\log K_{\text{ZnY}} = 16.5$ ,  $\log K_{\text{AlY}} = 16.3$ .  $\text{pH} 5.5$  时,  $\log \alpha_{\text{Y}(\text{H})} = 5.6$   
 $\log K'_{\text{ZnIn}} = 5.7$ .  $\text{AlF}_6^{3-}$  的  $\log \beta_1 \sim \beta_6$  分别为  $6.10, 11.15, 15.00, 17.00, 19.40, 19.70$ .

3. 将  $0.2000$  克仅含有  $\text{KMnO}_4$  和  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  的样品, 溶于水, 酸化, 加过量  $\text{KI}$ , 析出的  $\text{I}_2$  用  $0.2000 \text{ mol/L}$  的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定, 用去  $30.00 \text{ ml}$ , 求  $\text{KMnO}_4$  和  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  的质量分数.

$$M_{\text{KMnO}_4} = 158.03, M_{\text{K}_2\text{CrO}_4} = 194.20$$

4.  $4.0000$  克  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  样品, 溶于水定容至  $500 \text{ ml}$ , 准确移取  $25.00 \text{ ml}$ , 加入  $10 \text{ ml}$  甲醛, 用酚酞作指示剂, 用  $0.1000 \text{ mol/L}$  的  $\text{NaOH}$  溶液滴定至终点消耗  $24.25 \text{ ml}$ , 若  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  样品中含有  $2.2\%$  的湿存水, 问将之换算为干燥物质时,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  的百分含量是多少?

$$M_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 80.04$$

5. 某酸碱指示剂  $\text{HIn}$ ,  $C_{\text{HIn}} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ , 在  $620 \text{ nm}$  处, 用  $1 \text{ cm}$  吸收池, 在不同  $\text{pH}$  值的缓冲溶液  
中测得如下数据

$\text{pH}$	2.0	4.30	8.00
$A$ (吸光度)	0.78	0.41	0.20

求该指示剂的~~理论~~变色范围.

#### 四. 问答题 (15分)

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液配制与标定的主要步骤如下:

称取一定量的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 溶于一定体积新煮沸并冷却的蒸馏水中, 加入少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 混匀. 准确移取  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

标准溶液于碘量瓶中, 在酸性条件下, 加入  $\text{KI}$ , 在暗处放置 5 分钟, 用待标定的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定至淡蓝色再加入淀粉指示剂, 再滴至无色, 即为终点.

若滴定终点后, 又变蓝色, 应另取一份重新标定.

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液不宜长期保存, 若变混浊, 应配新溶液, 重新标定.

说明数字标示处所采用的步骤, 或产生现象的原因.