

华中科技大学

二〇〇二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、是非题(每题1分,共17分)

1. 分析结果精密度好,准确度就高
2. 优级纯的NaOH可以用来作基准物质
3. 对于缓冲溶液,影响缓冲容量大小的主要因素是弱酸的离解常数
4. 根据酸碱质子理论,OH⁻的共轭酸是H₂O
5. 六次甲基四胺的PK_b=8.85,其pH缓冲范围是7.75-9.95
6. 测定水中硬度,为了消除少量Fe、Al的干扰,于PH=10的氨性缓冲溶液中加入三乙醇胺
7. 配制I₂溶液时,必须加入KI,是为了防止I₂的挥发及I⁻的氧化
8. 沉淀滴定法中摩尔法的指示剂是铁铵矾
9. 重量分析法中,溶液的相对过饱和度越大,其分散度越大
10. 有两组分析数据,要比较测量的精密度有无显著性差异,用F检验法
11. 有一组平行测定数据,要判断其中是否有异常值,用F检验法
12. 影响有色配合物的摩尔吸光系数的因素是有色溶液的浓度
13. 透光率与溶液浓度成正比
14. 用一元强酸滴定一元强碱,当滴定剂与被滴定剂的浓度同时增大10倍时,突跃范围增加2个PH单位
15. 二甲酚橙是酸碱滴定中常用的指示剂
16. 用KMnO₄滴定Fe²⁺时,Cl⁻的氧化反应被加速是因为发生了诱导反应
17. 在重量分析中,洗涤无定形沉淀应选择热的电解质溶液

二、单项选择题(每小题2分,共20分)

1. 在1 mol·L⁻¹ HCl 溶液中,已知 $E^{\ominus}_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} = 1.28\text{V}$, 当0.1000 mol·L⁻¹ Ce⁴⁺ 有99.9% 被还原成 Ce³⁺ 时,该电对的电极电位为:

- A. 1.22V; B. 1.10V; C. 0.90V; D. 1.28V

- 2、人体血液的 pH 值总是维持在 7.35 - 7.45。这是由于：
- 人体内含有大量水分
 - 血液中的 HCO_3^- 和 H_2CO_3 起缓冲作用
 - 新陈代谢出的酸碱物质是以等物质的量溶解在血液中
 - 血液中含有一定量的 Na^+
- 3、 KMnO_4 溶液的浓度为 $0.02000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则 $T_{\text{Fe}^{2+}/\text{KMnO}_4}$ ($M_{\text{Fe}} = 55.85 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) 的值(单位: g/mL) 等于：
- 0.001117
 - 0.006936
 - 0.005585
 - 0.1000
- 4、用 EDTA 测定 Ca^{2+} ， Zn^{2+} ， Al^{3+} 中的 Al^{3+} ，最合适的滴定方式是：
- 直接滴定
 - 间接滴定
 - 返滴定
 - 置换滴定
- (已知 $\lg K_{\text{CaY}} = 18.8$ ， $\lg K_{\text{ZnY}} = 16.5$ ， $\lg K_{\text{AlY}} = 16.1$)
- 5、将含有 Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， Fe^{3+} ， Al^{3+} ， TiO^{2+} 和 Mn^{2+} 的硅酸盐试液，加入三乙醇胺掩蔽后，在 $\text{pH} = 10$ ($\lg \alpha_{\text{YOH}} = 0.45$)，用 EDTA 滴定 Ca，Mg 总量。设 Ca^{2+} ， Mg^{2+} 总浓度约为 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， Fe^{3+} ， Al^{3+} ， TiO^{2+} 浓度约为 $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， Mn^{2+} 浓度约为 $0.0001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。测定时还能干扰的是：
- (已知 $\lg K_{\text{CaY}} = 10.7$ ， $\lg K_{\text{MgY}} = 8.7$ ， $\lg K_{\text{FeY}} = 25.1$ ， $\lg K_{\text{AlY}} = 16.1$ ， $\lg K_{\text{TiY}} = 17.3$ ， $\lg K_{\text{MnY}} = 14.0$)
- Fe^{3+} ， Al^{3+}
 - TiO^{2+}
 - Mn^{2+}
 - TiO^{2+} ， Mn^{2+}
- 6、在 EDTA 配位滴定中，下列有关掩蔽剂的叙述，错误的是：
- 配位掩蔽剂必须可溶且无色
 - 沉淀掩蔽生成的沉淀，其溶解度要很小
 - 氧化还原掩蔽剂必须能改变干扰离子的氧化态
 - 掩蔽剂的用量愈多愈好
- 7、在 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_7$ 测定铁矿石中全铁含量时，把铁还原为 Fe^{2+} ，应选用的还原剂是：
- Na_2WO_3
 - SnCl_2
 - KI
 - Na_2S
- 8、软锰矿主要成分是 MnO_2 ，测定方法是过量 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 与试样反应后，用 KMnO_4 标准溶液返滴定剩余的 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ，然后求出 MnO_2 含量，不用还原剂作标准溶液直接滴定的原因是：
- 没有合适还原剂
 - 没有合适指示剂
 - 由于 MnO_2 是难溶物质，直接滴定不合适
 - 防止其它成分干扰

9. 用PbS载体从海水中富集金时, 配制10L每升含 $0.2\mu\text{gAu}^{3+}$ 溶液, 加入足够的 Pb^{2+} , 在一定条件下通 H_2S 经处理测得 $1.7\mu\text{gAu}$, 此分离富集过程的回收率是:
A. 83.5% B. 85% C. 90% D. 95%

10. 以 $0.015\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Fe}^{2+}$ 溶液滴定 $0.015\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Br}_2$ 溶液($2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$), 当滴定到化学计量点时, 溶液中 Br^- 的浓度(单位 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)为:

- A. 0.015 B. 0.015/2 C. 0.015/3 D. $0.015 \times 2/3$

三、填空题(每题2分, 总计20分)

- EDTA溶液中, H_2Y^{2-} 和 Y^{4-} 两种形式的分布系数之间的关系式为_____。
- 配制 KMnO_4 标准溶液时必须把 KMnO_4 水溶液煮沸一定时间(或放置数天), 目的是_____。
- $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ 的物料平衡式是_____。
- 在极稀溶液中, 甲基橙的理论变色点为 $\text{pH}=3.4$, 今向溶液中加入一定量的 NaCl , 则甲基橙的理论变色点将_____。
- 利用生成混晶共沉淀的方法, 其选择性比吸附共沉淀法_____. 常见的混晶有_____。
- 根据 $E^\ominus_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = -0.44\text{V}$, $E^\ominus_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0.15\text{V}$, $E^\ominus_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} = -0.136\text{V}$, $E^\ominus_{\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{2+}} = 0.15\text{V}$, $E^\ominus_{\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}} = 0.522\text{V}$, 判断在酸性溶液中金属铁还原 Sn^{4+} 时生成_____, 而还原 Cr^{3+} 时则生成_____。
- 酸碱滴定曲线, 描述了滴定过程中溶液 pH 变化的规律性。滴定突跃的大小与_____和_____有关。
- 根据酸效应曲线可查得EDTA滴定各种金属离子的最低 pH 值。但必须注意, 此最低 pH 值相应于如下条件: $\Delta\text{pM} = ______$, $\text{cM计} = ______ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $TE = ______$, 还有金属离子未发生副反应。
- 用碘量法测定铜合金铜时, 如试样中有铁存在, 可加入_____(填上试剂名称), 使生成稳定的_____(化合物名称), 从而降低___电对的电位, 又可避免 Fe^{3+} 氧化 I^- 。
- 溶液中含有A, B两种二价金属阳离子, 今要使A生成氢氧化物沉淀而B不生成氢氧化物沉淀, pH 应控制为 $______ < \text{pH} < ______$ 。

四、计算题(共5题,总计34分)

1. (本小题5分)

用滴定度为 0.009115 g/mL 的 HCl 溶液滴定分析纯 Na_2CO_3 。为使 50 mL 滴定管的读数误差小于 0.1% , 则 Na_2CO_3 试样的称取量至少为多少克?

(已知 $M_{\text{HCl}} = 36.46 \text{ g/mol}$, $M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106.0 \text{ g/mol}$)

2. (本小题5分)

银量法中常以 K_2CrO_4 溶液为指示剂, 以 AgNO_3 为滴定剂, 测定溶液中 Cl^- 含量。计算滴定到化学计量点时, 理论上需要指示剂 K_2CrO_4 的浓度为多少?

(已知 $K_{\text{sp}} \text{AgCl} = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{\text{sp}} \text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 1.1 \times 10^{-12}$)

3. (本小题6分)

用重铬酸钾法测定褐铁矿试样时, 若用 $T_{\text{Fe}/\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 0.01676 \text{ mL}$ 标准溶液, 为了使 Fe_2O_3 的百分含量的数值正好是滴定管读数的5倍, 需称取样品多少克?

(已知 $M_{\text{Fe}} = 55.85 \text{ g/mol}$, $M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 159.7 \text{ g/mol}$)

4. (本小题6分)

用 0.50 mol/L 的 HCl 溶液滴定同浓度的氨水时, 若采用 pH 在7时变色的指示剂, 则在滴定至终点时溶液中剩余的 NH_3 的百分率为多少?

(已知 NH_3 的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$)

5. (本小题12分)

混合等体积的 $C_{\text{H}_2\text{Y}^{2-}} = 0.020 \text{ mol/L}$ 的 EDTA 和 $C_{\text{Ni}^{2+}} = 0.020 \text{ mol/L}$ 的 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 假设溶液为 $\text{pH} = 10$ 的 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 缓冲溶液, 其中游离 NH_3 浓度为 0.10 mol/L 。计算

(1) $\alpha_{\text{Ni}(\text{NH}_3)}$;

(2) K'_{NiY} ;

(3) 未络合的游离 Ni^{2+} 的浓度。

(已知 $\text{Ni}(\text{NH}_3)_i^{2+}$ 的 $\lg \beta_1 - \lg \beta_6$ 为: 2.75; 4.95; 6.64; 7.79; 8.50; 8.49; $\text{pH} = 10$ 时, $\lg \alpha_{\text{YOH}} = 0.45$, $\lg \alpha_{\text{NH}_4^+} = 0$, $\lg K_{\text{NiY}} = 18.67$)

五、问答题(9分)

如何分别滴定混合液中的 Cr^{3+} , Fe^{3+} ?