

常州大学

2022 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 620 科目名称: 无机与分析化学 满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或

草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、填空题 (本大题共 8 小题, 每个空格 1 分, 共 30 分)

为各小题横线上的数字选择符合题意的选项

- 1、在氨水溶液中加入少量 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$, 溶液的 pH 将(1); NH_3 的解离度将(2), $K_b^\ominus(\text{NH}_3)$ 将(3)。
- 2、在 $2\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 的反应中, K_2SO_3 是(4), 其中 S 的氧化数由(5)变为(6); KMnO_4 是(7), 其中 Mn 的氧化数由(8)变为(9)。
- 3、根据酸碱质子理论, $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ 是(10); CO_3^{2-} 是(11); H_2O 是(12); NH_4Ac (13)。
- 4、 CH_3OH 与 H_2O 分子间的主要作用力是(14)。
- 5、 NF_3 分子的空间构型为(15), N 采用(16)杂化轨道成键。
- 6、酸碱指示剂甲基橙的碱型呈(17); 酸型呈(18); 用盐酸溶液滴定氢氧化钠溶液, (19)变为(20)即是终点。
- 7、铝合金中铝的测定: 称取一定量试样, 制成试液, 在适宜的 pH 下, 加入过量的(21), 煮沸, 使配位完全。调节溶液 pH=5-6, 以二甲酚橙为指示剂, 用(22)标准溶液滴除过量的(23), 或以 PAN 为指示剂, 用(24)标准溶液滴定。(这个过程不用记录体积)。然后加过量的(25), 摇匀, 继续滴定到终点。(这个过程必须记录体积)
- 8、双指示剂法滴定混合碱液: 取一份试液, 先加入(26)指示剂, 用(27)标准溶液滴定到(28)为第一终点, 再加入(29)指示剂, 继续滴定到变为(30)为第二终点。

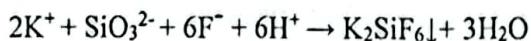
选项:

A: 黄色; B: 橙色; C: 红色; D: 微红色; E: 甲基橙; F: 酚酞; G: 减小; H: 不变; I: 三角锥型; J: 等性 sp^3 ; K: 两性物质; L: 酸; M: 碱; N: 氢键; O: 还原剂; P: 氧化剂; Q: +4; R: +6; S: +7; T: EDTA; U: HCl; V: NH_4F ; W: Zn^{2+} ; X: Cu^{2+}



二、问答题（本大题共 7 小题，每小题 10 分，共计 70 分）

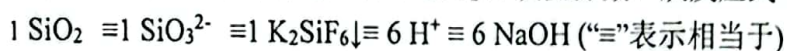
1. 用浓度为 C 的 HCl 标准溶液滴定某混合碱， $m(\text{g})$ 试样用甲基橙作指示剂消耗 HCl V_1 mL，同样量的试样用酚酞作指示剂消耗 HCl V_2 mL，若 $2V_1=3V_2$ ，试判断混合碱的组成并给出个组分含量的计算公式。
2. 用氟硅酸钾法快速测定 SiO_2 含量是按如下的方法进行的，试样用碱熔融，使之转化为可溶性硅酸盐，然后在酸性条件下加入过量的 KF ，使之生成 K_2SiF_6 沉淀，反应式为：



分离并洗净 K_2SiF_6 沉淀，然后加入沸水使之水解，反应式为：



以酚酞为指示剂，用标准 NaOH 溶液滴定反应生成的酸中的 H^+ ，由标准溶液的浓度和体积以及试样的质量，可以计算出试样中 SiO_2 的质量分数。从反应式可知：



所以，
$$n(\text{SiO}_2) = \frac{1}{6} \times n(\text{NaOH})$$

$$\omega(\text{SiO}_2) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot M(\text{SiO}_2)}{6000 \times m_s}$$

[$V(\text{NaOH})$ 的单位为 mL]

上述计算公式是错误的，请说明理由并改正。

已知： $pK_{a1}^\ominus(\text{H}_2\text{SiO}_3) = 9.8$ ， $pK_{a2}^\ominus(\text{H}_2\text{SiO}_3) = 11.8$ ， $pK_a^\ominus(\text{HF}) = 3.46$

3. 现有氢氧化钠和下面的三种酸，若要配制 $\text{pH} = 7.2$ 缓冲溶液，试选择最合适的酸，并简要说明配制方法。

(1) 磷酸 H_3PO_4 ($pK_{a1}^\ominus = 2.12$; $pK_{a2}^\ominus = 7.20$; $pK_{a3}^\ominus = 12.36$)

(2) 草酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ($pK_{a1}^\ominus = 1.23$; $pK_{a2}^\ominus = 4.19$)

(3) 醋酸 CH_3COOH ($pK_a^\ominus = 4.74$)

4. 利用沉淀转化反应不但可以将一些难以处理的沉淀转变为容易处理的，而且也可以有效地除去试剂中的杂质，现有一瓶 MnSO_4 溶液，经检验发现含有少量的 CuSO_4 和 ZnSO_4 。现用 MnS 来除去 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 。试讨论这种方法对这两个离子的处理效果。已知：

$$K_{sp}^\ominus(\text{MnS}) = 1.5 \times 10^{-15}; K_{sp}^\ominus(\text{ZnS}) = 1.5 \times 10^{-24}; K_{sp}^\ominus(\text{CuS}) = 6.0 \times 10^{-36}$$

5. 写出计算下列电对标准电极电势的 Nernst 方程：

(1) $\text{Cu}^{2+}|\text{CuCl}$; (2) $\text{CuCl}|\text{Cu}$ 已知： $K_{sp}^\ominus(\text{CuCl})$; $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}^+)$; $\varphi^\ominus(\text{Cu}^+|\text{Cu})$



6. 用 EDTA 溶液滴定 Ca^{2+} 为什么必须在 $\text{pH}=10.0$ 而不能在 $\text{pH}=5.0$ 的条件下进行, 但滴定 Zn^{2+} 时, 则可以在 $\text{pH}=5.0$ 时进行? (金属离子浓度约为 0.01mol/L)

已知: $\lg K_{\text{ZnY}}^{\ominus}=16.50$, $\lg K_{\text{CaY}}^{\ominus}=10.70$

$\text{pH}=5.0$ 时 $\lg \alpha_{\text{Y(H)}}=6.45$

$\text{pH}=10.0$ 时 $\lg \alpha_{\text{Y(H)}}=0.45$

7. 判断下列各字母所代表的物质: 化合物 A 是一种黑色固体, 它不溶于水、稀 HAc 和 NaOH 溶液, 而溶于热盐酸中, 生成一种绿色的溶液 B。将溶液 B 与铜丝一起煮沸, 逐渐变成土黄色溶液 C。若用大量水稀释溶液 C, 则生成白色沉淀 D。D 可溶于氨溶液中生成无色溶液 E。E 暴露在空气中会迅速变成蓝色溶液 F。向 F 中加入 KCN 时, 蓝色消失, 生成溶液无色溶液 G, 往 G 中加锌粉, 则生成红色沉淀 H, H 不溶于稀酸和稀碱, 但能溶于热 HNO_3 中生成蓝色的溶液 I, 往 I 中慢慢加入 NaOH 溶液则生成蓝色沉淀 J, 如将 J 过滤, 取出后加热, 又生成原来的化合物 A。

三、简答题 (本大题共 10 小题, 每小题 5 分, 共计 50 分)

1. 为什么不存在 Be_2 分子, 但 Be_2^+ 离子能存在?
2. 写出 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 的质子条件。
3. 为什么碱土金属碳酸盐的热稳定性从上到下依次增加?
4. 比较主族元素氢氧化物 (或含氧酸) 的酸碱性的强弱应该用什么规则?
5. 金属单质一般有较高的熔点, 但汞在常温下呈液态, 这是什么原因造成的?
6. 水溶液中共轭酸碱对的 K_a^{\ominus} 和 K_b^{\ominus} 存在这样的关系: $K_a^{\ominus} \times K_b^{\ominus} = K_w^{\ominus}$ 。试推导之。
7. 试证明 Na_3PO_4 溶液中 $C(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = K_a^{\ominus} b_2$ (mol/L)。
8. 试判断下列两句话是否正确并说明原因。
 - (1) 色散力只存在于非极性分子之间;
 - (2) 取向力只存在于极性分子之间。
9. 用分步沉淀法分离混合溶液中的两离子, 怎样判断是否完全分离?
10. 酸碱滴定中选择酸碱指示剂的原则是什么?

