

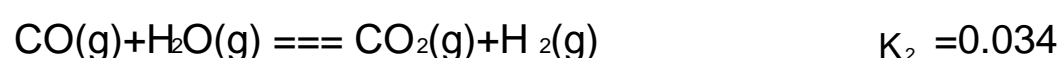
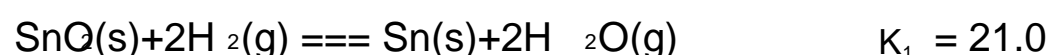
# 无机化学水平测试题 ( )

一、选择题 ( 在下列各题中， 选择出符合题意的 1 个或 2 个答案， 将其代号写在括号中， 每题 1.5 分， 共 24 分)

1. 下列物质中可以认为具有最大摩尔熵的是 ( )

- A. Li(g)      B. Li(s)      C. LiCl      D. LiCO<sub>3</sub>(s)

2. 已知在一定温度下：



因此，下列反应  $\text{SnO}(s) + 2\text{CO}(g) \rightleftharpoons \text{Sn}(s) + 2\text{CO}_2(g)$  的  $K_3 = ( )$

- A. 21.0      B. 0.714      C. 0.024      D. 21.6

3. 下列化合物中，既有离子键又有共价键的物质是 ( )

- A. NaOH      B. CaCl<sub>2</sub>      C. CH<sub>4</sub>      D. NH<sub>4</sub>Cl

4. 已知  $(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$ ，  $(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = 0.52 \text{ V}$ ， 则  $(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+)$  为 ( )

- A. -0.18 V      B. 0.16 V      C. 0.86 V      D. 0.18 V

5. 下列元素原子半径排列顺序正确的是 ( )

- A. Mg > B > Si > Ar      B. Ar > Mg > Si > B  
C. Si > Mg > B > Ar      D. B > Mg > Ar > Si

6. 反应  $3\text{A}^{2+} + 2\text{B} \rightleftharpoons 3\text{A} + 2\text{B}^{3+}$  在标准状态下电池的电动势  $E$  为 1.8 V， 某浓度时， 反应的电池电动势  $E$  为 1.6 V， 则此时该反应的  $\lg K$  值为 ( )

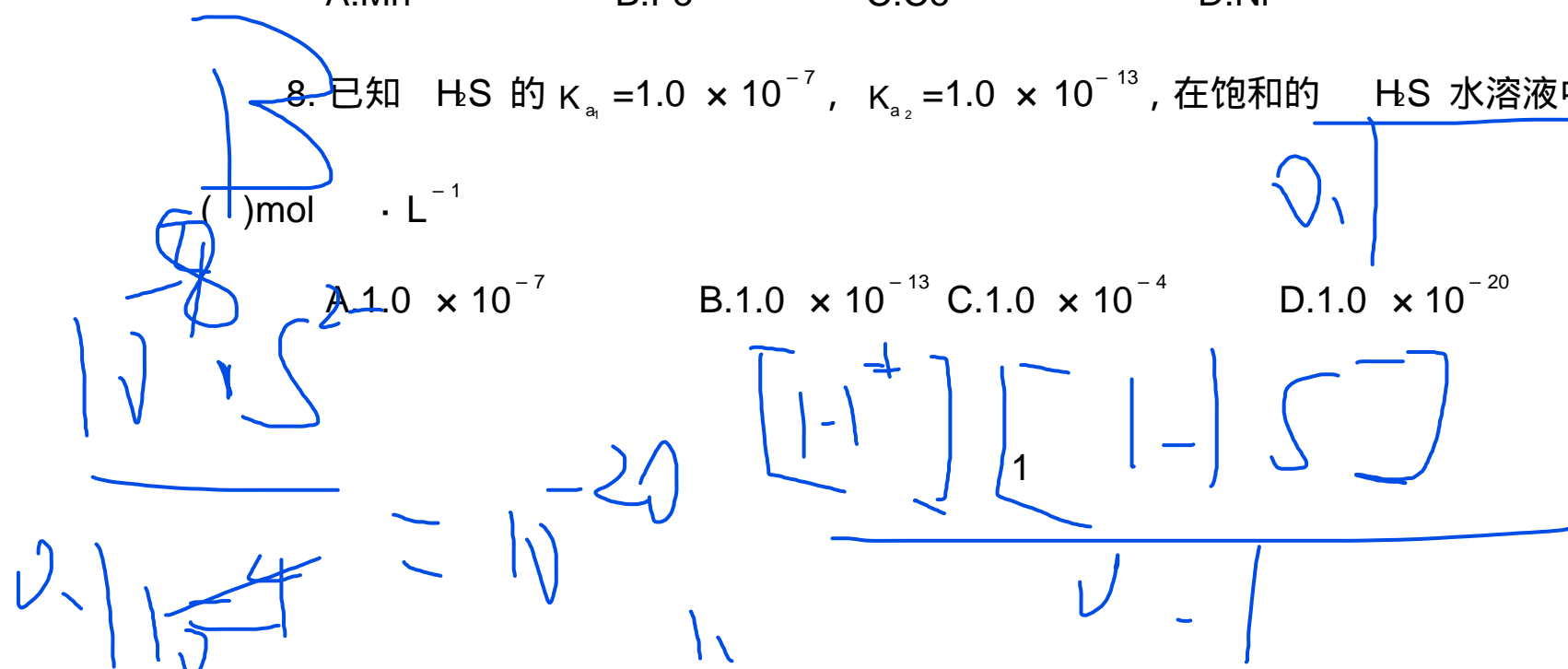
- A.  $3 \times 1.8 / 0.059$       B.  $3 \times 1.6 / 0.059$   
C.  $6 \times 1.6 / 0.059$       D.  $6 \times 1.8 / 0.059$

7. 下列离子的原子序数分别是 25、 26、 27、 28， 其电子构型可以用  $[\text{Ar}]3d^6$  表示的是 ( )

- A. Mn<sup>2+</sup>      B. Fe<sup>2+</sup>      C. Co<sup>3+</sup>      D. Ni<sup>2+</sup>

8. 已知  $\text{H}_2\text{S}$  的  $K_{a1} = 1.0 \times 10^{-7}$ ，  $K_{a2} = 1.0 \times 10^{-13}$ ， 在饱和的  $\text{H}_2\text{S}$  水溶液中  $c(\text{S}^{2-})$  应为

- ( ) mol · L<sup>-1</sup>  
A.  $1.0 \times 10^{-7}$       B.  $1.0 \times 10^{-13}$       C.  $1.0 \times 10^{-4}$       D.  $1.0 \times 10^{-20}$



9. 下列叙述正确的是 ( )

A. 放热反应均为自发反应

B.  $I_2(g)$  的  $\Delta_f G_m^\circ(298.15) = 0$

✓ C. 某反应的  $\Delta_r G_m^\circ > 0$ ，并不表示该反应在任何条件下都不能自发进行

D. 若反应的  $\Delta H_m^\circ$  和  $\Delta G_m^\circ$  均为正值，则升高温度  $\Delta_r G_m^\circ$  将增大

✗ 10. 配合物  $K_3[FeF_6]$  的磁矩为 5.9 玻尔磁子，而  $K_3[Fe(CN)_6]$  的磁矩为 1.9 玻尔磁子，这种差别的原因是 ( )

A. Fe 在这两种配合物中具有不同的氧化值

B.  $K_3[Fe(CN)_6]$  不是配合物

C. F 原子比 C 原子的电负性大，使  $CN^-$  比  $F^-$  有更强的配位能力

D. 在配体  $CN^-$  的影响下，中心离子 d 轨道的电子发生了重排

11. 某白色固体易溶于水，加入  $BaCl_2$  有白色沉淀产生，用  $HCl$  酸化，沉淀完全溶解，再加入过量  $NaOH$  至强碱性，加热有刺激性气体逸出。此白色固体为 ( )

A.  $(NH_4)_2CO_3$

B.  $(NH_4)_2SO_4$

C.  $NH_4Cl$

D.  $K_2CO_3$

✗ 12. 根据 R—O—H 规则，下列次卤酸的酸性由强到弱的正确顺序为 ( )

A.  $HIO > HBrO > HClO$

B.  $HBrO > HIO > HClO$

C.  $HClO > HBrO > HIO$

D.  $HClO > HIO > HBrO$

13. 下列物理量中，属于状态函数的是 ( )

A. H

B. Q

C.  $\Delta H$

D. U

14. 某反应的速率方程是  $v = kc^a(A)c^b(B)$ ，当  $c(A)$  减小 50% 时， $v$  降低至原来的  $\frac{1}{4}$ ，当  $c(B)$  增大 2 倍时， $v$  增大 1.41 倍，则  $a$ 、 $b$  分别为 ( )

A. 0.5, 1

B. 2, 0.7

C. 2, 0.5

D. 2, 2

✗ 15. 所谓原子轨道是指 ( )

A. 一定的电子云

B. 核外电子的几率

C. 一定的波函数

D. 某个径向分布函数

✗ 16. 下列物质中酸性最强的是 ( )

A.  $H_2S$

B.  $H_2SO_3$

C.  $H_2SO_4$

D.  $H_2S_2O_7$

二、填空题 (共 26 分，每空 1 分)

1. 已知 298.15 K 时， $CaF_2$  的  $K_{sp} = 3.4 \times 10^{-11}$ ，其在纯水中溶解度为  $2.04 \times 10^{-4} mol/L$  (也可只列式)。

$2.04 \times 10^{-4}$   
 $\times (2x)^2$

$2 \times 10^{-4} mol/L$

$lg^2 = lg 1.41$

2. 下列各电极的 大小的顺序是 \_\_\_\_\_。

(1)  $(\text{Ag}^+/\text{Ag})$  (2)  $(\text{AgI}/\text{Ag})$  (3)  $(\text{Ag}_2\text{S}/\text{Ag})$  (4)  $(\text{AgCl}/\text{Ag})$

3. 由于惰性电子对效应,  $\text{Pb}(\quad)$  具有较强的 \_\_\_\_\_, 所以  $\text{Pb}$  的化合物以氧化值 \_\_\_\_\_ 为主。

4. 如果发现了第 121 号元素  $\text{M}$ , 则其所在周期表中的位置为 \_\_\_\_\_ 周期, \_\_\_\_\_ 族; 其金属活泼性较同族元素要 \_\_\_\_\_。

5. 下列碳酸盐  $\text{K}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{ZnCO}_3$ 、 $\text{SrCO}_3$  中, 对热稳定性由强到弱的顺序为 \_\_\_\_\_; 三氯化硼  $\text{BF}_3$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{BBr}_3$ 、 $\text{BI}_3$ , 熔、沸点的高低顺序是 \_\_\_\_\_。

6. 在  $\text{HgCl}_2$  分子中,  $\text{Hg}$  原子采取的杂化方式是 \_\_\_\_\_ 杂化;  $\text{HgCl}_2$  分子为 \_\_\_\_\_ 分子;  $\text{H}_2\text{O}$  分子中  $\text{O}$  原子采取的是 \_\_\_\_\_ 杂化, 其分子的空间构型为 \_\_\_\_\_。

7. 写出氧化值为 +3 和 +6 的铬电对的电极反应:

酸性介质 \_\_\_\_\_; 碱性介质 \_\_\_\_\_。

8. 晶体与非晶体相比, 有如下特征: (1) \_\_\_\_\_; (2) \_\_\_\_\_; (3) \_\_\_\_\_。

9. 对一给定的化学反应, 在一定温度下, 活化能越小, 反应速率 \_\_\_\_\_;  $G_m$  越小, 平衡常数 \_\_\_\_\_。

10. 将 100 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3$  水溶液与 50 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{HCl}$  溶液混合, 混合后的溶液为  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{NH}_4\text{OH}$  混合 溶液, 其溶液的  $c(\text{OH}^-)$  的计算式为 \_\_\_\_\_ (注明混合后物质的浓度)。

$\text{pOH} = \text{pK}_b + \text{RT} \ln [\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4\text{OH}]$   
 $[\text{OH}^-] = e^{-(\text{pK}_b + \text{RT} \ln [\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4\text{OH}])}$   
 $= 10^{-4.76}$

11. 根据分子轨道理论, 判断下列物质  $\text{H}_2^+$ 、 $\text{N}_2^+$ 、 $\text{Be}_2$ 、 $\text{O}_2$ , 具有顺磁性的物质是 \_\_\_\_\_。

12. 在一定温度下, 改变溶液的酸度, 水的离子积常数 \_\_\_\_\_。

13. 下列各组物质  $\text{HCO}_3^-$  和  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NH}_3$  和  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  和  $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{OH}^-$  中, 不是共轭酸碱对的有 \_\_\_\_\_; 下列分子  $\text{NH}_3$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{SiCl}_4$  中, 属于极性分子的是 \_\_\_\_\_。

14. 由反应进度定义的反应速率的量值与表示反应速率物质的选择 \_\_\_\_\_, 但与反应的计量数 \_\_\_\_\_。

三、是非题 (判断下列叙述是否正确, 在正确的答案后打  $\checkmark$ , 在错误的答案后打  $\times$ , 共

10 分, 每题 1 分)

1. 某化合物溶于水后, 已检出有  $\text{Ag}^+$  和  $\text{Ba}^{2+}$  存在, 则在阴离子  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{I}^-$  中, 可能存在的是  $\text{NO}_3^-$ 。

2. 已知 298 K 时  $\varphi(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.77 \text{ V}$ ,  $\varphi(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.51 \text{ V}$ , 则  $\text{H}_2\text{O}_2$  的氧化能力大于

$\text{MnO}_4^-$ ，因此  $\text{MnO}_4^-$  不能氧化  $\text{H}_2\text{O}$ 。

3.  $\text{H}_2\text{O}$  的熔点、沸点比  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{H}_2\text{Se}$  高，主要与  $\text{H}_2\text{O}$  形成分子间氢键有关。

4. 按配合物的价键理论， $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  为外轨型配离子，而  $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$  为内轨型配离子。

5. 在酶催化反应的前后，酶的数量和化学性质不变。

6.  $\text{sp}^2$  杂化轨道是由原子中的 1s 轨道和 2p 轨道组合后形成的杂化轨道。

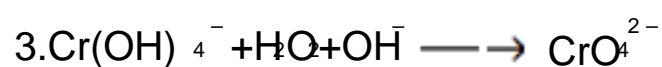
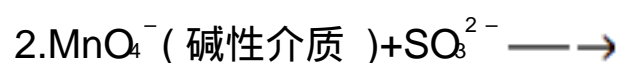
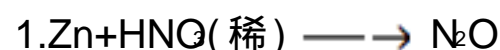
7. 晶体场理论认为，当配合物的晶体场稳定化能为零时，该配合物不能稳定存在。

8. 将  $\text{CrCl}_3$  溶液与  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液混合后，可生成  $\text{Cr}_2\text{S}_3$  沉淀。

9. 所有单质分子均为非极性分子。

10. 当速率方程中各反应物的浓度项的幂指数等于各反应物的化学计量数的绝对值时，该反应一定是基元反应。

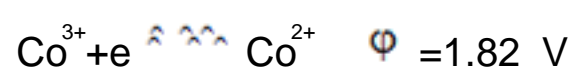
四、完成并配平下列反应方程式（共 10 分，每题 2 分）



五、简答题（共 6 分，1 题 2 分，2 题 4 分）

1. 如何配制  $\text{SnCl}_2$  溶液？

2. 已知  $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- \quad \varphi = 0.17 \text{ V}$



试判断  $\text{Co}(\text{OH})_3$  的  $K_{\text{sp}}$  和  $\text{Co}(\text{OH})_2$  的  $K_{\text{sp}}$  哪个大？为什么？

六、计算题（共 24 分，1 题 4 分，其余各题均 5 分）

1. 已知  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的钠盐  $\text{NaX}$  溶液的  $\text{pH}=9.0$ ，试计算弱酸  $\text{HX}$  的解离平衡常数？

2. 化学反应  $\text{HQO}_4^-(\text{aq}) + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}(\text{aq})$

(1) 计算反应在  $298.15 \text{ K}$  时的  $\Delta G_m(298.15)$ ；

(2) 当反应物的浓度皆为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，生成物的浓度皆为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时，反应向哪个方向进行？

(已知  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \quad K_{a_2}=6.4 \times 10^{-5}$ ， $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  的  $K_a=1.0 \times 10^{-10}$ )

3. 已知  $\text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{CuCl}(\text{s})$  的  $\varphi = 0.54 \text{ V}$ ， $\varphi(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$ ， $\varphi(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = 0.52 \text{ V}$ ，

试计算：

(1)  $\text{CuCl}$  的  $K_{\text{sp}}$  ; (2)  $\text{Cu}^+$  在水溶液中发生歧化反应的平衡常数。

4. 在含有  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Ba}^{2+}$  和  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Ca}^{2+}$  的溶液中加入  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液 :

(1) 哪种离子先沉淀 ?

(2) 当第二种离子开始沉淀时 , 第一种离子沉淀的百分数为多少 ?

( 已知  $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)=1.0 \times 10^{-10}$  ,  $K_{\text{sp}}(\text{BaC}_2\text{O}_4)=1.0 \times 10^{-7}$  )

5. 已知  $K_f([\text{Ag}(\text{CN})_2^-])=1.0 \times 10^{21}$  ,  $K_f([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+])=1.0 \times 10^7$  , 在  $1 \text{ L}$  浓度为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  的溶液中 , 加入  $0.2 \text{ mol}$  的固体  $\text{NaCN}$ (忽略体积变化 ) , 计算溶液中的  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 $\text{CN}^-$ 、 $\text{NH}_3$  的浓度。

### 参考答案

#### 一、选择题

1.(A) 2.(C) 3.(A 、 D) 4.(B) 5.(B) 6.(D) 7.(B 、 C) 8.(B)  
9.(C) 10.(C 、 D) 11.(A) 12.(C) 13.(A) 14.(C) 15.(C) 16.(D)

#### 二、填空题

1.  $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  或  $S=\sqrt[3]{\frac{K_{\text{sp}}}{4}}$  2.(1)>(4)>(2)>(3)

3. 氧化性 氧化值为 +2 4. 第八周期 B 强

5.  $\text{K}_2\text{CO}_3 > \text{SrCO}_3 > \text{CaCO}_3 > \text{ZnCO}_3$   $\text{BI}_3 > \text{BBr}_3 > \text{BCl}_3 > \text{BF}_3$

6. sp 杂化 直线型 不等性  $\text{sp}^3$  V 字形

7.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$   $\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CrO}_2^- + 4\text{OH}^-$

8. 有一定的几何外形 固定的熔点 各向异性 9. 越快 越大

10. 缓冲溶液  $c(\text{OH}^-) = K_b \cdot \frac{c(\text{NH}_3)}{c(\text{NH}_4^+)}$

11.  $\text{H}_2^+$   $\text{N}_2^+$   $\text{O}_2^+$  12. 不变

13.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  和  $\text{HPO}_4^{2-}$  ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{OH}^-$   $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2\text{S}$  14. 无关 有关

#### 三、是非题

1. 2. × 3. 4. × 5. 6. × 7. × 8. × 9. × 10. ×

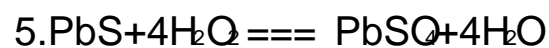
#### 四、完成并配平下列反应方程式

1.  $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3(\text{稀}) === \text{N}_2\text{O} + 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 5\text{H}_2\text{O}$

2.  $2\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- === 2\text{MnO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

3.  $2\text{Cr}(\text{OH})_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- === 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$

4.  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{SnCl}_2 === 2\text{Hg} + \text{SnCl}_4$



## 五、简答题

1. 加浓盐酸使  $\text{SnCl}_2$  溶解，然后稀释至所需浓度，以防水解；再加  $\text{Sn}$  粒，以防  $\text{Sn}^{2+}$  被氧化。

2.  $\text{Co}(\text{OH})_3$  的  $K_{\text{sp}}$  小于  $\text{Co}(\text{OH})_2$  的  $K_{\text{sp}}$ 。因为  $\varphi(\text{Co}(\text{OH})_3/\text{Co}(\text{OH})_2) < \varphi(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+})$ ，说明溶液中的  $c(\text{Co}^{3+})$  远远小于  $c(\text{Co}^{2+})$ ，即  $\text{Co}(\text{OH})_3$  解离出的  $c(\text{Co}^{3+})$  远远小于  $\text{Co}(\text{OH})_2$  解离出的  $c(\text{Co}^{2+})$ ，所以  $K_{\text{sp}}(\text{Co}(\text{OH})_3)$  一定小于  $K_{\text{sp}}(\text{Co}(\text{OH})_2)$ 。

## 六、计算题

1.  $\text{NaX}$  是一强碱弱酸盐， $\text{pH}=9.0$ ， $\text{pOH}=5.0$ ， $c(\text{OH}^-)=1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_h \cdot c} = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot c}$$

$$c^2(\text{OH}^-) = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{K_a} \times 0.2 \quad \text{解之: } K_a = 2.0 \times 10^{-5}$$

2.(1)  $K = \frac{K_{a_2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})} = 5.71 \times 10^5$

$$\Delta G_m = -RT \ln K = -8.314 \times 298 \times \ln 5.71 \times 10^5 = -32.84 (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$$

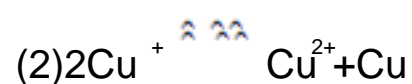
(2) 反应商： $Q_c = \frac{0.10^2}{0.010^2} = 10^2 < K (5.71 \times 10^5)$ ，所以反应正向进行。

$$\begin{aligned} \Delta G_m &= \Delta G_m + RT \ln Q = -32.84 + RT \ln 100 \\ &= -32.84 + 11.41 = -21.43 (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) < 0 \end{aligned}$$

3.(1) 根据电势图求  $\varphi(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+)$ ：

$$\begin{aligned} \varphi(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) &= 2 \times \varphi(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - \varphi(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = 0.16 \text{ V} \\ \varphi(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) &= \varphi(\text{Cu}^{2+}/\text{CuCl}) = \varphi(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) + 0.059 \lg \frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Cu}^+)} \\ &= 0.16 + 0.059 \lg \frac{1}{K_{\text{sp}}(\text{CuCl})} \end{aligned}$$

解之， $\lg K_{\text{sp}} = -6.42$ ， $K_{\text{sp}} = 3.8 \times 10^{-7}$



$$\lg K = \frac{\varphi(\text{Cu}^+/\text{Cu}) - \varphi(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+)}{0.0592} = \frac{\varphi(\text{Cu}^+/\text{Cu}) - \varphi(\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+})}{0.0592}$$

将 代入得： $\lg K = 6.10$ ， $K = 1.26 \times 10^6$ 。

4.(1)  $\text{Ba}^{2+}$  开始沉淀时， $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_1 = K_{\text{sp}}(\text{BaC}_2\text{O}_4)/[\text{Ba}^{2+}] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；

$\text{Ca}^{2+}$  开始沉淀时， $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_2 = K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)/[\text{Ca}^{2+}] = 1.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。



因为  $[C_2O_4^{2-}]_2 < [C_2O_4^{2-}]_1$  , 所以  $Ca^{2+}$  先沉淀。

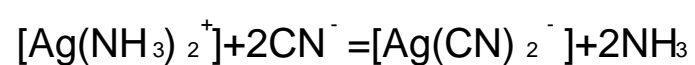
(2) 当  $[C_2O_4^{2-}] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 同时满足两种离子沉淀, 即  $Ba^{2+}$  也开始沉淀。

此时  $Ca^{2+}$  浓度为  $[Ca^{2+}] = \frac{K_{sp}(CaC_2O_4)}{1.0 \times 10^{-7}} = 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 其百分数为  $\frac{0.01 - 0.001}{0.01} = 90\%$

5.  $[Ag(NH_3)_2^+] + 2CN^- \rightleftharpoons [Ag(CN)_2^-] + 2NH_3$ , 其反应的  $K$  为:

$$K = \frac{c([Ag(CN)_2^-]) \cdot [CN^-]^2}{c([Ag(NH_3)_2^+]) \cdot [NH_3]^2} = \frac{K_f([Ag(CN)_2^-])}{K_f([Ag(NH_3)_2^+])} = \frac{1.0 \times 10^{21}}{1.0 \times 10^7} = 1.0 \times 10^{14}$$

由于  $K = 1.0 \times 10^{14}$  很大, 可认为  $[Ag(NH_3)_2^+]$  几乎完全转化为  $[Ag(CN)_2^-]$ , 平衡时



$$c_{\text{平}}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \quad \quad \quad x \quad \quad \quad 2x \quad \quad \quad 0.1 - x \quad \quad \quad 0.2 - 2x$$

由于  $x$  很小可以忽略不计, 将数据代入可得:  $x = 10^{-5.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

故:  $c[Ag(NH_3)_2^+] = 10^{-5.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(NH_3) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$c[Ag(CN)_2^-] = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(CN^-) = 2 \times 10^{-5.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

## 无机化学水平测试题 ( )

一、选择题 ( 在下列各题中，选出符合题意的 1 个答案，写在括号中，每题 1.5 分，共 24 分)

1. 下列说法正确的是 ( )

- A. 放热反应均为自发反应
- B.  $\Delta_r S_m$  为正的 反应均为自发反应
- C.  $\Delta_r S_m$  与  $\Delta_r H_m$  为负的反应均为自发反应
- D.  $\Delta_r S_m$  与  $\Delta_r H_m$  为正的 反应均为自发反应

2. 升高温度可以加快反应速率，其主要原因是 ( )

- A. 降低了反应的活化能
- B. 增加了活化分子百分数
- C. 增加了活化分子总数
- D. 增加了分子的碰撞次数

3. 下列各组量子数，不合理的是 ( ) ( 按 n、l、m 的顺序 )

- A. (2, 2, -1)
- B. (3, 1, -1)
- C. (1, 0, 0)
- D. (4, 3, 1)

4. 分子中有极性键且偶极矩不等于零的是 ( )

- A.  $\text{CO}_2$
- B.  $\text{BF}_3$
- C.  $\text{CH}_4$
- D.  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$

5. 室温下，稳定状态单质的标准摩尔熵是 ( )

- A. 0
- B. 1
- C. >0
- D. <0

6. 既能用浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  干燥，又能用碱石灰干燥的物质是 ( )

- A.  $\text{NH}_3$
- B.  $\text{H}_2$
- C.  $\text{SO}_2$
- D.  $\text{Cl}_2$

7. 已知  $\text{H}_2\text{S}$  的  $K_{a_1}=1.0 \times 10^{-7}$ ， $K_{a_2}=1.0 \times 10^{-13}$ ，在 1 L 饱和的  $\text{H}_2\text{S}$  水溶液中通 0.1 mol 的 HCl 气体， $c(\text{S}^{2-})$  为 ( )  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

- A.  $1.0 \times 10^{-13}$
- B.  $1.0 \times 10^{-4}$
- C.  $1.0 \times 10^{-20}$
- D.  $1.0 \times 10^{-19}$

8. 将 pH=5.0 与 pH=9.0 的两种强电解质溶液等体积混合，其 pH 值为 ( )

- A. 1.0
- B. 13.0
- C. 7.0
- D. 1.5

9. 既溶于过量氨水，又溶于过量 NaOH 溶液的是 ( )

- A.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- B.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- C.  $\text{Zn}(\text{OH})_2$
- D.  $\text{Al}(\text{OH})_3$

10. 配制  $\text{I}_2$  溶液时，加入固体 KI，目的是为了 ( )，增大  $\text{I}_2$  的溶解度。



A. 增加盐效应      B. 利用同离子效应      C. 降低水分子极性      D. 生成  $\text{I}_3^-$  离子

11. 在  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液中加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 其主要产物是 ( ) 。

A.  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$       B.  $\text{Al}^{3+} + \text{CO}_3^{2-}$   
C.  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{CO}_2$       D.  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 + \text{CO}_2$

12. 40 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HAc 与 20 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 混合后, 溶液的 pH 值为 ( )

A. 3.1      B. 9.25      C. 4.75      D. 5.3

13. 已知  $\varphi(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.77 \text{ V}$ ,  $\varphi(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}$ , 则  $\varphi(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}) =$  ( )

A.  $-0.037 \text{ V}$       B.  $0.55 \text{ V}$       C.  $0.40 \text{ V}$       D.  $1.65 \text{ V}$

14. 27 号元素 Co 的  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  是内轨型配合物, 则中心离子未成对电子数和杂化轨道类型是 ( )

A. 4,  $\text{sp}^3\text{d}^2$       B. 0,  $\text{sp}^3\text{d}^2$       C. 4,  $\text{d}^2\text{sp}^3$       D. 0,  $\text{d}^2\text{sp}^3$

15. 下列分子或离子中含有  $\frac{4}{3}$  键的是 ( )

A.  $\text{SO}_2$       B.  $\text{NO}_3^-$       C.  $\text{NO}$       D.  $\text{NO}^+$

16. 按热力学上通常的规定, 下列物质中标准摩尔生成焓为零的是 ( )

A. C(金刚石)      B.  $\text{P}_4$ (白磷)      C.  $\text{O}_3(\text{g})$       D.  $\text{I}_2(\text{g})$

## 二、填空题 (共 30 分, 每空 1 分)

1.  $\text{M}^{2+}$  离子的 3d 轨道半充满的元素的原子序数为 \_\_\_\_\_, 其价层电子构型为 \_\_\_\_\_, 属于 \_\_\_\_\_ 周期, \_\_\_\_\_ 族。

2.  $[\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}$  的系统命名为 \_\_\_\_\_, 形成体是 \_\_\_\_\_, 配位原子为 \_\_\_\_\_, 配位数为 \_\_\_\_\_。

3. 判断化学键是否有极性的标准是两成键原子的 \_\_\_\_\_ 相对大小, 判断分子是否有极性的标准是 \_\_\_\_\_ 等于零。

4. 已知  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$  的平衡常数为  $K_1$ ;  $\text{C} + \text{D} \rightleftharpoons \text{E}$  的平衡常数为  $K_2$ ; 而反应  $\text{A} + \text{B} + 2\text{D} \rightleftharpoons 2\text{E}$  的  $K_3 =$  \_\_\_\_\_。

5. 已知  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  是基元反应,  $\Delta_r H_m^\circ$  为  $113 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。其正反应的速率方程为 \_\_\_\_\_, 当反应达到平衡时, 升高温度平衡常数  $K$  \_\_\_\_\_; 降低压力, 平衡移动。

6.  $\text{BF}_3$  中 B 原子采取的是 \_\_\_\_\_ 杂化, 分子的空间构型为 \_\_\_\_\_。

7. 有 A、B、C、D 四种元素, 它们的原子序数依次为 14、8、6 和 29, 它们的单质属于分子晶体的是 \_\_\_\_\_; 属于原子晶体的是 \_\_\_\_\_; 属于金属晶体的

是 \_\_\_\_\_ ；既有分子晶体又有层状晶体的是 \_\_\_\_\_ 。

8. 在分子间力中， \_\_\_\_\_ 力存在于一切分子中。

9. 同离子效应使弱电解质的电离度 \_\_\_\_\_ ，是难溶电解质的溶解度 \_\_\_\_\_ 。

10. 298 K, 101 325 Pa 的条件下，在酸性溶液中，  $(\text{H}^+/\text{H}_2) = \underline{\hspace{1cm}} \text{V}$  ，在碱性溶液中，  $(\text{c}(\text{OH}^-)=1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$ ，  $(\text{H}^+/\text{H}_2) = \underline{\hspace{1cm}} \text{V}$  。

11. 化学平衡最主要的特征是 \_\_\_\_\_ 。

12. 在原电池中，流出电子的极为 \_\_\_\_\_ ； \_\_\_\_\_ 发生氧化反应。

13. 配合物的价键理论的基本要点是：在配位个体中，形成体与配体以 \_\_\_\_\_ 结合，为了提高成键能力，形成体所提供的价层空轨道首先 \_\_\_\_\_ 。

14. 浓度为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的一元弱碱 ( $K_b = 1.0 \times 10^{-8}$ )，其  $\text{pH} = \underline{\hspace{1cm}}$  。

三、是非题（判断下列叙述是否正确，在正确的答案后打  $\square$ ，在错误的答案后打  $\times$ ，共 10 分，每题 1 分。）

1. 需要加热才能进行的反应一定是吸热反应。

2.  $\text{O}_3$  分子是由 3 个 O 原子组成的，因此为非极性分子。

3. HAc 溶液与 NaOH 溶液混合可以配成缓冲溶液，条件是 NaOH 适当过量。

4. 将  $10 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HAc 溶液加水稀释到  $100 \text{ mL}$ ，由于 HAc 的解离度增大，因此氢离子浓度必然增大。

5. 由能斯特方程式可知，在一定温度下减小电对中还原型物质的浓度，电对的电极电势增大。

6. p 区元素的外层电子构型为  $ns^2 np^{1 \sim 6}$ 。

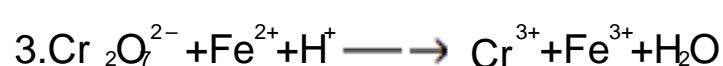
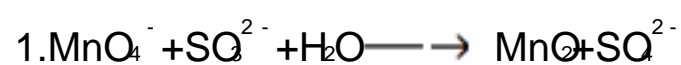
7. 分子轨道由同一原子中能量相近、对称性匹配的原子轨道线性组合而成。

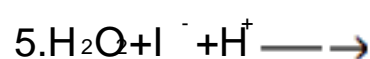
8. 中心原子的配位数等于与中心原子以配位键相结合的配体的数目。

9. 同浓度的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液与 NaOH 溶液等体积混合后发生化学反应，该反应的标准平衡常数等于  $\text{NH}_3$  标准解离常数的倒数。

10. 在  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 、 $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  四种物质中， $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的热稳定性最高。

四、完成并配平下列反应方程式（共 10 分，每题 2 分）





## 五、简答题（共 6 分，1 题 2 分，2 题 4 分）

1. 已知  $\text{H}_2\text{O}$  为弱场配体， $\text{CN}^-$  为强场配体。利用晶体场理论说明  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  和  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  是低自旋配合物还是高自旋配合物，并写出中心原子的 d 电子排布。

2. 欲从废铁屑制取硫酸亚铁铵复盐  $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ ，下列氧化剂  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{HNO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ，选用哪种最合适？为什么？

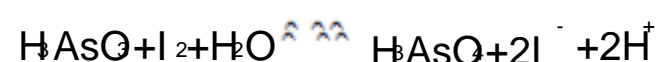
## 六、计算题（共 25 分，每题 5 分）

1. 计算：(1)  $\text{CaF}_2$  在纯水中的溶解度；

(2)  $\text{CaF}_2$  在  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{CaCl}_2$  溶液中的溶解度。（已知  $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 2.7 \times 10^{-11}$ ）

2. 有一含有  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3$ 、 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  的溶液，问该溶液中是否有  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀生成？ $[K_f(\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}) = 4.8 \times 10^{12}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2.2 \times 10^{-22}$ 、 $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}]$

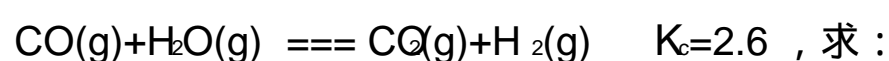
3. 已知电对  $(\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{H}_3\text{AsO}_3) = 0.58 \text{ V}$ ， $(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.54 \text{ V}$ ，试判断下列反应：



(1) 在标准态下，向什么方向进行？

(2) 溶液中  $c(\text{H}^+) = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，反应向什么方向进行？

4. 在 749 K 条件下，密闭容器中进行下列反应：



(1) 当  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{CO}$  的物质的量之比为 1 时， $\text{CO}$  的转化率为多少？

(2) 当  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{CO}$  的物质的量之比为 3 时， $\text{CO}$  的转化率又为多少？

5. 在 50 mL  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{AgNO}_3$  溶液中加入等体积的  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，计算达平衡时溶液中  $\text{Ag}^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  和  $\text{NH}_3$  的浓度。（已知  $K_f(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+) = 1.0 \times 10^7$ ）

## 参考答案

### 一、选择题

- 1.(C)      2.(B)      3.(A)      4.(D)      5.(C)      6.(B)      7.(D)
- 8.(C)
- 9.(C)      10.(D)      11.(C)      12.(C)      13.(A)      14.(D)      15.(A)
- 16.(B)

### 二、填空题

1.  $25 \text{ } 3d^5 4s^2$  四 B  
 2. 一氯化二羟基·四水合铁 ( )  $\text{Fe}^{3+} \text{O}_6$   
 3. 电负性的 偶极矩是否 4.  $K_1 \cdot K_2^2$   
 5.  $v=k[c(\text{NO}_2)]^2$  增大 右  $6.sp^2$  平面三角形  
 7. B A D C 8. 色散力  
 9. 降低 减小 10. 0.000 - 0.826  
 11.  $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$  12. 负极 负极  
 13. 配位键 进行杂化 14. 9.0

### 三、是非题

1. × 2. × 3. × 4. × 5. 6. 7. 8. × 9. 10.

### 四、完成并配平下列反应方程式

1.  $2\text{MnO}_4^- + 3\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MnO}_2 + 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^-$   
 2.  $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \rightleftharpoons \text{CuI}_2 + \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$   
 3.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$   
 4.  $2\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$   
 5.  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

### 五、简答题

1.  $\text{H}_2\text{O}$  为弱场配体， $\Delta_P < P$ ，因此  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  为高自旋配离子；中心原子的 d 电子排布为  $(d)^3$  和  $(d)^2$ 。 $\text{CN}^-$  为强场配体， $\Delta_P > P$ ，因此  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  是低自旋配离子，中心原子的 d 电子排布为  $(d)^5$  和  $(d)^0$ 。

2. 应该是选  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ，因为  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  既是氧化剂（还原产物为  $\text{SO}_4^{2-}$ ），又能提供  $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$  复盐中的  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

### 六、计算题



平衡浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) :  $s \quad 2s \quad s$

$$K_{\text{sp}} = \left( \frac{c(\text{Ca}^{2+})}{c} \right) \left( \frac{c(\text{F}^-)}{c} \right)^2 = s \cdot (2s)^2 = 5.2 \times 10^{-9}, \text{ 解之: } s = 1.1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



平衡浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) :  $s+0.1 \quad 0.1 \quad 2s$

$$K_{\text{sp}} = \left( \frac{c(\text{Ca}^{2+})}{c} \right) \left( \frac{c(\text{F}^-)}{c} \right)^2 = 0.1 \cdot (2s)^2 = 5.2 \times 10^{-9}, \text{ 解之: } s = 1.1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



平衡浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ):  $x \quad 0.1 \quad 0.15$

$$K_f = \frac{c([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+})}{\{c(\text{Cu}^{2+})/c\} \{c(\text{NH}_3)/c\}^4} = \frac{0.15}{x \cdot 0.1^4} = 4.8 \times 10^{12}$$

$$c(\text{Cu}^{2+}) = x = 3.2 \times 10^{-11} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\alpha(\text{OH}^-) = \frac{K_b(\text{NH}_3) \cdot c(\text{NH}_3)}{c(\text{NH}_4^+)} = 1.8 \times 10^{-4} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$J = c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-18} > K_{sp}(\text{Cu}(\text{OH})_2)$$

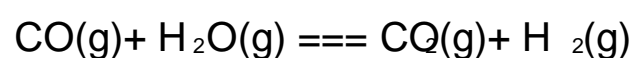
所以，有沉淀生成。

3.(1) 因为  $(\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{H}_3\text{AsO}_3) = 0.58 \text{ V} > (\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.54 \text{ V}$ ，所以在标准态下，反应向左进行。

$$\begin{aligned} (2) \quad (\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{H}_3\text{AsO}_3) &= (\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{H}_3\text{AsO}_3) + \frac{0.059}{2} \lg [c(\text{H}^+)]^2 \\ &= 0.58 + \frac{0.059}{2} \lg (10^{-8})^2 = 0.108 (\text{V}) < (\text{I}_2/\text{I}^-) \end{aligned}$$

所以，反应向右进行。

4. 由于在一定体积的容器内，物质的量之比即等于浓度比，故当  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{CO}$  物质的量之比为 1 时，则  $c(\text{H}_2\text{O})/c(\text{CO}) = 1$ 。



原始浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )  $c \quad c \quad 0 \quad 0$

新平衡浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )  $c-x \quad c-x \quad x \quad x$

$$K_c = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})} = \frac{x^2}{(c-x)^2} = 2.6$$

$$\text{解之: } \frac{x}{c} = \frac{1.6}{2.6} \quad (\text{CO}) = \frac{x}{c} \times 100\% = 61.5\%$$

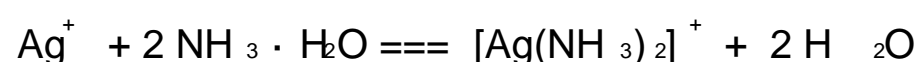
(2) 设达到平衡后，已转化的  $\text{CO}$  的浓度为  $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$\frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})} = \frac{x^2}{(c-x)(3c-x)} = 2.6$$

$$\text{解之: } \frac{x}{c} = 0.865 \quad \text{故} \quad (\text{CO}) = \frac{x}{c} \times 100\% = 86.5\%$$

5. 混合后尚未反应前： $c(\text{Ag}^+) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

又因  $K_f([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)$  较大，可以认为  $\text{Ag}^+$  基本上转化为  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ，达平衡时



平衡浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )  $x \quad 0.30+2 \quad x \quad 0.10 \quad -x$

$$K_f = \frac{c([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)}{c(\text{Ag}^+) [c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})]^2} = 1.12 \times 10^7, \text{ 将数据代入得}$$

$$\frac{0.10 - x}{x(0.30 + 2x)^2} = 1.12 \times 10^7 \quad \text{解得 } x = 9.9 \times 10^{-8}$$

$$\text{即 } c(\text{Ag}^+) = 9.9 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \quad c([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) = (0.10 - x) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = (0.30 + 2x) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

## 无机化学水平测试题 ( )

一、选择题 (每题有一或两个合适的答案, 将所选的答案符号填入题后的括号内, 共 24 分, 每题 1.5 分)

1. 下列氢化物中, 热稳定性由高到低的正确顺序是 ( )

- A.  $\text{CH}_4 > \text{NH}_3 > \text{HF} > \text{H}_2\text{O}$       B.  $\text{CH}_4 > \text{HF} > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$   
C.  $\text{HF} > \text{H}_2\text{O} > \text{CH}_4 > \text{NH}_3$       D.  $\text{HF} > \text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{CH}_4$

2. 下列物质中, 为一元酸的物质是 ( )

- A.  $\text{H}_2\text{CO}_3$       B.  $\text{HBO}_2$       C.  $\text{NH}_3$       D.  $\text{H}_3\text{PO}_4$

3. 根据分子轨道理论, 指出下列分子中键级为零的是 ( )

- A.  $\text{Be}_2$       B.  $\text{N}_2$       C.  $\text{O}_2$       D.  $\text{He}_2$

4. 将  $\text{H}_2\text{S}$  气体通入  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  溶液中, 得到的沉淀物质是 ( )

- A.  $\text{Hg}_2\text{S}$       B.  $\text{Hg}$       C.  $\text{HgS} + \text{Hg}$       D.  $\text{HgS}$

5. 已知 298 K 时,  $\text{NH}_3(\text{g})$  的  $\Delta_f H_m^\circ = -46.19 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$

的  $\Delta_r S_m^\circ = -198 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , 欲使此反应在标准态下能自发进行, 所需温度为 ( )

- A.  $<193 \text{ K}$       B.  $<466 \text{ K}$       C.  $>193 \text{ K}$       D.  $466 \text{ K}$

6. 已知下列反应在 25 °C 时,  $K = 1.086 \times 10^{-4}$ , 欲使  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  变成  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  时, 空气中的水蒸气压力为 ( )



- A. 11.0 Pa      B.  $>0.02896 \text{ Pa}$       C.  $<1.056 \text{ Pa}$       D.  $<22.0 \text{ Pa}$

7. 卤化银的溶解度依  $\text{Cl}^- - \text{Br}^- - \text{I}^-$  的次序减小, 能解释这种现象的理论是 ( )

- A. 杂化理论      B. 分子间力      C. 共价键      D. 离子极化

8. 下列电对中, 若改变电极反应的 pH 值, 则电对电极电势不变的是 ( )

- A.  $\text{Cl}_2/\text{Cl}^-$       B.  $\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}^{3+}$       C.  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$       D.  $\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_2$

9. 下列物质与微酸性  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液反应没有沉淀生成的是 ( )

- A.  $\text{KBr}$       B.  $\text{H}_2\text{S}$       C.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$       D.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

10. 单电子原子中电子的能量取决于 ( )

- A.  $n$       B.  $n$  和  $l$       C.  $n, l, m$       D.  $n, l, m, m_s$



11. 已知  $(\text{Ag}^+/\text{Ag})$ 、 $(\text{AgI}/\text{Ag})$ 、 $(\text{AgBr}/\text{Ag})$ 、 $(\text{AgCl}/\text{Ag})$  分别用 1、2、3、4 表示, 其 值从大到小的顺序是 ( )

- A.  $2 > 3 > 4 > 1$       B.  $1 > 4 > 3 > 2$   
C.  $4 > 3 > 2 > 1$       D.  $3 > 1 > 2 > 4$

12. 欲配制  $\text{pH}=4.6$  和  $\text{pH}=7.0$  的缓冲溶液, 应先用 ( )

(已知:  $K_a(\text{HCOOH})=1.8 \times 10^{-4}$ ,  $K_a(\text{HAc})=1.8 \times 10^{-5}$ ,  $K_b(\text{NH}_3)=1.8 \times 10^{-5}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  的  $K_{a_1}=4.2 \times 10^{-7}$ ,  $K_{a_2}=5 \times 10^{-11}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  的  $K_{a_1}=7.5 \times 10^{-3}$ ,  $K_{a_2}=6.2 \times 10^{-8}$ ,  $K_{a_3}=4.8 \times 10^{-13}$ )

- A.  $\text{HCOOH}-\text{HCOONa}$  和  $\text{NaHCO}_3-\text{Na}_2\text{CO}_3$   
B.  $\text{HAc}-\text{NaAc}$  和  $\text{NaH}_2\text{PO}_4-\text{NaHPO}_4$   
C.  $\text{HCOOH}-\text{HCOONa}$  和  $\text{NH}_3-\text{NH}_4\text{Cl}$   
D.  $\text{HAc}-\text{NaAc}$  和  $\text{NH}_3-\text{NH}_4\text{Cl}$

13. 欲将溶液中的  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$  分别沉淀出来, 可采用  $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  试剂, 其加入试剂的正确顺序为 ( )

- A.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$     B.  $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$   
C.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{AgNO}_3$     D.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{AgNO}_3$

14. 已知  $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})=1.8 \times 10^{-5}$ , 在含有  $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  和  $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KOH}$  混合液中,  $c(\text{NH}_4^+)$  等于 ( )

- A.  $9.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$       B.  $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
C.  $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$       D.  $6.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

15. 将含某阴离子的溶液先用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化后, 再加入  $\text{KMnO}_4$  在加  $\text{KMnO}_4$  前后只观察到紫色褪去, 说明该溶液中可能存在的阴离子是 ( )

- A.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$       B.  $\text{SO}_3^{2-}$       C.  $\text{NO}_3^-$       D.  $\text{PO}_4^{3-}$

16. 下列氢氧化物中, 加入过量氨水 (必要时可加入  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 后, 不能被溶解的是 ( )

- A.  $\text{Ni}(\text{OH})_2$       B.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$       C.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$       D.  $\text{Zn}(\text{OH})_2$

二、填空题 (共 26 分, 每空 1 分, 注明者除外)

1. 波函数 是描述 \_\_\_\_\_ 数学函数式, 它和 \_\_\_\_\_ 是 synonym;  $|\psi|^2$  的物理意义是 \_\_\_\_\_。

2.  $\text{CCl}_4$  中 C 原子以 \_\_\_\_\_ 杂化, 其分子的空间构型为 \_\_\_\_\_。

3. 已知:  $\Delta_f G_m^\circ(\text{S}^{2-})=85.80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f G_m^\circ(\text{HS}^-)=12.05 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则  $\text{H}_2\text{S}$  的第二

级电离常数为 \_\_\_\_\_。(2 分)

4.  $\text{HgCl}_2$  是共价型分子, 在水溶液中大部分以 \_\_\_\_\_ 存在, 所以有 \_\_\_\_\_ 之称。

5.  $\text{KMnO}_4$  在下列介质中与还原剂反应的还原产物为: (1) 强酸性 \_\_\_\_\_, (2) 中性或弱酸性 \_\_\_\_\_, (3) 强碱性 \_\_\_\_\_。

6. 已知:  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^- \quad E^\circ = -1.22 \text{ V}$

$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{Zn} \quad E^\circ = -0.76 \text{ V}$ , 则  $K_f([\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}) =$  \_\_\_\_\_。(只列式)(2 分)

7. 四氯·二氨合钴 ( ) 酸钾的化学式为 \_\_\_\_\_, 中心离子是 \_\_\_\_\_, 配位原子是 \_\_\_\_\_。

8. 分子间最普遍存在的作用力为 \_\_\_\_\_。

9. 在饱和的  $\text{PbCl}_2$  溶液中,  $c(\text{Cl}^-)$  为  $3.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $\text{PbCl}_2$  的  $K_{sp} =$  \_\_\_\_\_。  
(不考虑水解)(2 分)

10. 已知反应:  $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$  的  $K_1 = y$ , 求下列反应:

$\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \quad K_2 =$  \_\_\_\_\_。

$3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{g}) \quad K_3 =$  \_\_\_\_\_。

11. 在  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的溶液中加入 \_\_\_\_\_, 则产生黄色沉淀和刺激性气体, 其离子反应方程式为 \_\_\_\_\_, 这是鉴定  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  的常用方法。

三、是非题 (判断下列叙述是否正确, 在正确的答案后打  $\checkmark$ , 在错误的答案后打  $\times$ , 共 10 分, 每题 1 分。)

1. 将碳酸钠溶液与硫酸铝溶液混合后, 生成碳酸铝沉淀。

2. 在  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液中加入  $\text{AgNO}_3$  生成  $\text{Ag}_2\text{HPO}_4$  沉淀。

3. 标准平衡常数和平衡转化率都可以表示可逆反应进行的程度, 它们都与浓度无关。

4. 每个  $\text{CsCl}$  晶胞中含有 4 个  $\text{Cs}^+$  和 4 个  $\text{Cl}^-$ 。

5. 冰在室温下自动融化成水, 是熵增起了主要作用。

6. 在  $\text{CCl}_4$ 、 $\text{CHCl}_3$  和  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  分子中, 碳原子都采用  $\text{sp}^3$  杂化, 因此这些分子都是正四面体形。

7. 所有含氢化合物的分子之间, 都存在着氢键。

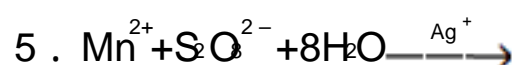
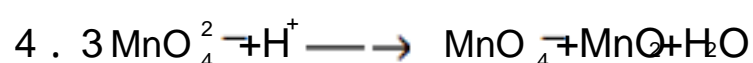
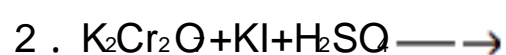
8. 同类分子, 分子越大, 分子间力也就越大; 色散力只存在于非极性分子之间。

9. 磷酸和亚磷酸分子中都含有三个氢原子, 因此它们都是三元酸。

10. 浓硝酸的还原产物为  $\text{NO}$ , 而稀硝酸的还原产物为  $\text{NO}_2$  因此, 稀硝酸的氧化性比浓

硝酸强。

四、完成并配平下列反应方程式 (共 10 分, 每题 2 分)



五、简答题 (共 8 分, 每题 4 分)

1. 为什么说双氧水 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 是一种“洁净”试剂?

2. Au 不溶于  $\text{HNO}_3$ , 但能溶于王水, 为什么? 写出反应方程式。

六、计算题 (共 30 分, 每题 6 分)

1.  $\text{PCl}_5$  加热分解:  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ , 在 10 L 密闭容器内盛有 2 mol  $\text{PCl}_5(\text{g})$ , 25 °C 时, 有 1.5 mol 的  $\text{PCl}_5(\text{g})$  分解, 求该温度下的平衡常数? 若在该密闭容器内通入 1 mol 的  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , 温度不变,  $\text{PCl}_5(\text{g})$  分解的百分数是多少?

2. 等体积的 0.2 mol · L<sup>-1</sup> 的 HAc 和 0.2 mol · L<sup>-1</sup> 的 NaAc 混合后, 溶液的 pH 值是多少? 若配制 1.1 L pH = 5.74 的溶液, 问上述溶液各需多少毫升相混合? ( $K_a(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$ )

3. 通过计算说明 1.0 g AgBr 能否完全溶于 1 L 1.0 mol · L<sup>-1</sup> 的氨水中? ( $M(\text{AgBr}) = 187.8$ ,  $K_{sp}(\text{AgBr}) = 1.0 \times 10^{-13}$ ,  $K_f([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) = 1.0 \times 10^7$ )。

( $K_f(\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}) = 4.8 \times 10^{12}$ ,  $K_{sp}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2.2 \times 10^{-20}$ ,  $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ )

4. 含有氢电极  $\text{H}_2(101.325 \text{ Pa}) \mid \text{H}^+(?)$ 。该电极作用的溶液由浓度均为 1.0 mol · L<sup>-1</sup> 的弱酸 (HA) 及其钾盐 (KA) 所组成。若将此氢电极与另一电极组成原电池, 测得其电动势  $E = 0.38 \text{ V}$ , 并知氢电极为正极, 另一电极的  $(-)/ = -0.65 \text{ V}$ 。问该氢电极中溶液的 pH 值和弱酸 (HA) 的  $K_a$  各为多少?

5. 已知  $K_{sp}(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 6.3 \times 10^{-31}$ , 反应  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$  的平衡常数  $K = 0.40$ 。

(1) 计算  $\text{Cr}^{3+}$  沉淀完全时溶液的 pH 值; (2) 若将 0.1 mol · L<sup>-1</sup>  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  刚好溶解在 1.0 L NaOH 溶液中, 则 NaOH 溶液的初浓度至少为多少? (3) 计算  $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$  的标准稳定常数。

### 参考答案

#### 一、选择题

- 1.(D) 2.(B) 3.(A 、 D) 4.(C) 5.(B) 6.(C) 7.(D) 8.(A 、 C)  
9.(A) 10.(A) 11.(B) 12.(B) 13.(D) 14.(B) 15.(B) 16.(B)

## 二、填空题

1. 核外电子运动状态的 原子轨道 电子在核外某处出现的几率密度

2. 等性  $sp^3$  杂化 正四面体 3.  $2 \times 10^{-13}$

4. 共价分子 假盐 5.  $Mn^{2+}$   $MnO_2$   $MnO_4^{2-}$

6.  $3.5 \times 10^{15}$  7.  $K[CoCl_4(NH_3)_2]$   $Co^{3+}$ 、 $Cl^-$   $NH_3$

8. 色散力 9.  $1.4 \times 10^{-5}$

10.  $\sqrt{y}(\sqrt{K_1})$   $1/K_1$

11. 稀  $HCl$   $S_2O_8^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons S + SO_2 + H_2O$

## 三、是非题

1. × 2. × 3. × 4. × 5. 6. × 7. × 8. × 9. × 10. ×

## 四、完成并配平下列反应方程式

1.  $2MnO_4^{2-} + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ \rightleftharpoons 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$

2.  $K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 \rightleftharpoons 2K_2SO_4 + 3I_2 + 7H_2O$

3.  $4Zn + 10HNO_3 \rightleftharpoons 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$

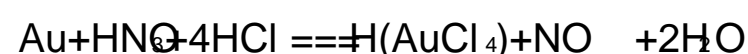
4.  $3MnO_4^{2-} + 4H^+ \rightleftharpoons 2MnO_4^- + MnO_2 + 2H_2O$

5.  $2Mn^{2+} + 5S_2O_8^{2-} + 8H_2O \xrightarrow{Ag^+} 2MnO_4^- + 10SO_4^{2-} + 16H^+$

## 五、简答题

1.  $H_2O_2$  作氧化剂时，还原产物是  $H_2O$ ； $H_2O_2$  作还原剂时，氧化产物是  $O_2$ 。由于在反应中不引入其他离子，所以  $H_2O_2$  是一种“洁净”试剂。

2. 浓  $HNO_3$  有很强的氧化性（还有很强的酸性）， $HCl$ （浓）中有大量的可与金属离子配位的  $Cl^-$ ，当把  $Au$  放入王水中后，由于形成配合物，使  $Au^{3+}/Au$  的电极电势大大降低。其反应式为：



## 六、计算题

1. 解：  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

平衡浓度 ( $mol \cdot L^{-1}$ ) : 0.05 0.15 0.15

$$K_c = \frac{c(PCl_3) \cdot c(Cl_2)}{c(PCl_5)} = \frac{0.15^2}{0.05} = 0.45$$

$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

新平衡浓度 ( $mol \cdot L^{-1}$ ) :  $0.2 - x$   $x$   $x + 0.1$

$$K_c = \frac{c(\text{PCl}_3) \cdot c(\text{Cl})}{c(\text{PCl}_5)} = \frac{(0.1+x) \cdot x}{0.2-x} = 0.45$$

解之：  $x = 0.13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\text{PCl}_5$ (分解百分数)=65%

2. 解：(1)  $\text{pH} = \text{pK}_a - \lg \frac{c(\text{HAc})}{c(\text{Ac}^-)}$ ，将数据代入得： $\text{pH} = 4.74$

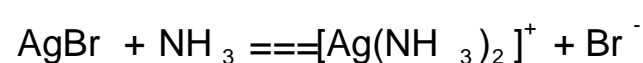
$$(2) 5.74 = 4.74 - \lg \frac{c(\text{HAc})}{c(\text{Ac}^-)} \quad \frac{c(\text{HAc})}{c(\text{Ac}^-)} = 0.1$$

原始浓度相同，浓度之比等于体积之比，即  $\frac{V(\text{HAc})}{V(\text{Ac}^-)} = \frac{1}{10}$

$$V(\text{HAc}) + V(\text{NaAc}) = 1.1$$

解之： $V(\text{HAc}) = 1 \text{ L}$ ， $V(\text{NaAc}) = 0.1 \text{ L}$

3. 设  $1 \text{ L } 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的氨水浓溶解  $\text{AgBr}$  的最大量为  $x \text{ mol}$



平衡浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )      1.0       $- 2x$        $x$        $x$

$$\frac{x^2}{(1.0 - 2x)^2} = K_f([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) \cdot K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) = 1.0 \times 10^{-6}$$

将数据代入解之， $x = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$M(\text{AgBr}) = 0.2 \text{ g} < 1.0 \text{ g}$ ，所以  $1 \text{ L } 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的氨水不能溶解  $1.0 \text{ g AgBr}$ 。

4. 解：  $(\text{H}^+/\text{H}_2) - (-0.65) = 0.38$        $(\text{H}^+/\text{H}_2) = -0.27 \text{ V}$

$$(\text{H}^+/\text{H}_2) = (\text{H}^+/\text{H}_2) + 0.059 \lg c(\text{H}^+)$$

$$-0.27 = 0.059 \lg c(\text{H}^+)$$

$$c(\text{H}^+) = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad \text{pH} = 4.56$$

$$c(\text{H}^+) = K_a \times \frac{c(\text{HAc})}{c(\text{Ac}^-)} = K_a, \text{ 即 } K_a = 2.7 \times 10^{-5}$$

5. (1)  $\text{pH} = 5.60$  (2)  $c(\text{OH}^-) = 0.35 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  (3)  $K_f([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-) = 6.3 \times 10^{29}$