



青島科技大學

Qingdao University of Science & Technology

基础化学实验

基础化学实验中心

山东省省级实验教学示范中心



无机化学实验

原子序数

原子质量

金属 类金属 非金属

惰性气体 VIII A (18)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | IA (1) 1 H 1.00794 | | | | | | | | | | | IIA (2) 2 He 4.00260 | | | | | | |
| 2 | 3 Li 6.941 | 4 Be 9.01218 | | | | | | | | | | | 5 B 10.811 | 6 C 12.011 | 7 N 14.00674 | 8 O 15.999 | 9 F 18.99840 | 10 Ne 20.1797 |
| 3 | 11 Na 22.98977 | 12 Mg 24.3050 | IIIB (3) | IVB (4) | VB (5) | VIB (6) | VIIB (7) | VIII B (8) (9) (10) | | | IB (11) | IIIB (12) 13 Al 26.98154 | 14 Si 28.0855 | 15 P 30.97376 | 16 S 32.06 | 17 Cl 35.4527 | 18 Ar 39.948 | |
| 4 | 19 K 39.0983 | 20 Ca 40.078 | 21 Sc 44.9559 | 22 Ti 47.88 | 23 V 50.9415 | 24 Cr 51.9961 | 25 Mn 54.938 | 26 Fe 55.845 | 27 Co 58.9332 | 28 Ni 58.6934 | 29 Cu 63.546 | 30 Zn 65.38 | 31 Ga 69.723 | 32 Ge 72.64 | 33 As 74.9216 | 34 Se 78.96 | 35 Br 79.904 | 36 Kr 83.80 |
| 5 | 37 Rb 85.4678 | 38 Sr 87.62 | 39 Y 88.90585 | 40 Zr 91.224 | 41 Nb 92.90638 | 42 Mo 95.94 | 43 Tc 98.9072 | 44 Ru 101.07 | 45 Rh 102.90550 | 46 Pd 106.42 | 47 Ag 107.8682 | 48 Cd 112.411 | 49 In 114.82 | 50 Sn 118.710 | 51 Sb 121.75 | 52 Te 127.6 | 53 I 126.90447 | 54 Xe 131.29 |
| 6 | 55 Cs 132.90543 | 56 Ba 137.327 | 57 *La 138.9055 | 72 Hf 178.49 | 73 Ta 180.9479 | 74 W 183.85 | 75 Re 186.207 | 76 Os 190.2 | 77 Ir 192.22 | 78 Pt 195.08 | 79 Au 196.96654 | 80 Hg 200.59 | 81 Tl 204.3833 | 82 Pb 207.2 | 83 Bi 208.98037 | 84 Po 208.9824 | 85 At 209.9871 | 86 Rn 222.0176 |
| 7 | 87 Fr 223.0197 | 88 Ra 226.0254 | 89 †Ac 227.0278 | 104 Unq 261.11 | 105 Unp 262.114 | 106 Unh 263.118 | 107 Uns 262.12 | 108 Uno (265) | 109 Une (266) | 110 Uun (269) | 111 Uuu (272) | 112 Uub (277) | | | | | | |

p区(I)：卤素、氧、硫、氮、磷

一、实验目的

1

掌握卤素离子及 S^{2-} 的还原性。

2

掌握氯和氮的含氧酸、含氧酸盐的氧化性、热稳定性。

3

掌握不同价态硫的化合物的性质。

4

掌握磷酸盐的重要性质。

5

掌握 H_2O_2 、 H_2S 及硫化物的主要性质及其应用。

二、

实验原理

| p区 | | |
|-----------------|-----------------|------------------|
| VA | VIA | VIIA |
| N $2s^22p^3$ | O $2s^22p^4$ | F $2s^22p^5$ |
| | S $3s^23p^4$ | Cl $3s^23p^5$ |
| | | Br $4s^24p^5$ |
| | | I $5s^25p^5$ |

三、实验步骤

1. 卤离子的还原性（不做）

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) KI(s) + 1 mL 浓H ₂ SO ₄ 湿润的醋酸铅试纸封口 | | $2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + 2\text{H}^+$ |
| (2) KBr(s) 少量 + 1 mL 浓H ₂ SO ₄ 湿润的碘化钾淀粉试纸封口 | | $2\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Br}_2 + 2\text{H}^+$ |
| (3) NaCl(s) 少量 + 1 mL 浓H ₂ SO ₄ 微热 蘸有浓氨水的玻棒 湿润的pH试纸封口 | | $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ |

2. 卤素、氮的含氧酸及含氧酸盐的性质

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 次氯酸钠的氧化性 取三份次氯酸钠溶液 ① 与浓HCl作用并设法证明气体产物 | | $\text{NaClO} + 2\text{HCl} = \text{NaCl} + \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ |
| ② 与KI溶液作用 | | $\text{ClO}^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2\downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ $\text{ClO}^- + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{IO}_3^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+$ |
| ③ 与品红溶液作用 | | |

讨论

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(2) 氯酸钾的氧化性</p> <p>①与浓盐酸作用 (不做)</p> <p>KClO₃ 少许+1 mL浓盐酸 (若反应不明显可微热)</p> | | $8\text{KClO}_3 + 24\text{HCl} = 9\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{KCl} + 6\text{ClO}_2\uparrow + 12\text{H}_2\text{O}$ |
| <p>②在中性和酸性介质中与KI的作用</p> <p>KClO₃ 少许+1 mL H₂O 溶解 后+ 1 mL 0.1 mol·L⁻¹ KI + 0.5 mLCCl₄振摇</p> | | <p style="text-align: center;">—</p> |
| <p>继续+2 mL 3.0 mol·L⁻¹ H₂SO₄振摇</p> | | $\text{ClO}_3^- + 6\text{I}^- + 6\text{H}^+ = \text{Cl}^- + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ |

讨论

3.过氧化氢的检验与性质

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(1) 检验 (不做)</p> <p>1滴3% H₂O₂+2 mLH₂O+0.5 mL乙醚+ 0.5 mL2 mol·L⁻¹ H₂SO₄ +3滴0.1 mol·L⁻¹ K₂Cr₂O₇ , 振荡</p> | | $4\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 2\text{CrO}_5 + 5\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ |
| <p>(2)性质</p> <p>① 催化分解 (不做)</p> <p>1mL 3% H₂O₂+ MnO₂少许, 迅速将火柴余烬伸入</p> <hr/> <p>将KMnO₄稀释后滴入1滴, 检验溶液中是否有H₂O₂</p> | | $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_4^- + 2\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ |

讨论

3.过氧化氢的检验与性质

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>②氧化性</p> <p>a. 5滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 4$ 滴饱和Na_2S 再+3% H_2O_2至白色↓</p> | | $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS}\downarrow$ $\text{PbS} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2} \text{PbSO}_4$ |
| <p>b. 0.5 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI} + 2$滴 $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4 + 0.5 \text{ mL } 3\%$ H_2O_2 再+2-3滴淀粉</p> | | $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ |
| <p>③还原性</p> <p>1滴 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{KMnO}_4 + 4$ 滴 $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$振摇 再+ 3% H_2O_2</p> | | $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_4^- + 2\text{H}^+ =$ $\text{Mn}^{2+} + 2\text{O}_2\uparrow + 2 \text{H}_2\text{O}$ |

讨论

4. 硫的含氧酸盐的氧化还原性

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 亚硫酸盐的氧化还原性 | | |
| 10滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SO}_3$ + 5滴 $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ 分成两份 | | |
| ① 滴加饱和 Na_2S | | $6\text{H}^{++} \text{SO}_3^{2-} + 2\text{S}^{2-} = 3\text{S}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ |
| ② 加1滴 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KMnO}_4$ | | $5\text{SO}_3^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ |
| (2) 硫代硫酸钠的还原性 | | |
| 2滴 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ + 氯水过量 + BaCl_2 + HCl | | $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cl}^- + 10\text{H}^+$ |

讨论

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(3)过二硫酸盐的氧化性</p> <p>5 mL 1 mol·L⁻¹ H₂SO₄ + 5 mL H₂O</p> <p>+4滴 0.02 mol·L⁻¹ MnSO₄摇匀后分成两份</p> | | |
| <p>① +K₂S₂O₈(s) 少许 +1滴AgNO₃ , 微热</p> | | $5S_2O_8^{2-} + 2Mn^{2+} + 8H_2O \rightarrow 10SO_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+$ |
| <p>② +K₂S₂O₈(s) 少许 , 水浴加热40度</p> | | |

讨论

5.硝酸和亚硝酸盐

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 亚硝酸盐的氧化性和还原性 | | |
| ① 2滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaNO}_2$ +2滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KI}$ | | —— |
| 再+ $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ | | $2\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ =$ $2\text{NO}\uparrow + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| ② 2滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaNO}_2$ +1滴 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KMnO}_4$ | | —— |
| 再+ $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ | | $5\text{NO}_2^- + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ =$ $5\text{NO}_3^- + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ |

讨论

6.硝酸和金属的反应及硝酸根的鉴定

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(1)与锌反应 (不做)</p> <p>1 mL 2 mol·L⁻¹ HNO₃ + 锌粒 (放置一段时间) 取出少许溶液检验有无NH₄⁺生成 (用奈斯勒试剂)</p> | | $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ |
| <p>(2) NO₃⁻的鉴定</p> <p>FeSO₄·7H₂O(s) 少许 +5滴 0.5 mol·L⁻¹ KNO₃摇匀 斜持试管, 沿管壁缓缓滴入一滴管浓H₂SO₄</p> | | $\text{NO}_3^- + 3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{NO} + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}^{2+} + \text{NO} = [\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$ |

讨论

7.p区非金属元素某些含氧酸及其盐的不稳定性（不做）

| 简明步骤 | 现象 | 反应式 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(1)亚硫酸、硫代硫酸盐的分解</p> <p>①1 mL 0.1 mol·L⁻¹ Na₂SO₃中滴加 2 mol·L⁻¹ HCl</p> | | $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ |
| <p>②1 mL 0.1 mol·L⁻¹ Na₂S₂O₃中滴加 2 mol·L⁻¹ HCl</p> | | $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{HCl} = \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ |

8.磷酸盐的性质

(1)磷酸银的生成

在点滴板上分别滴入2滴 Na_3PO_4 、 Na_2HPO_4 、 NaH_2PO_4

| | Na_3PO_4 | Na_2HPO_4 | NaH_2PO_4 | 原因 |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----|
| 测pH值 | | | | |
| 分别加入几滴 AgNO_3 观察现象 | | | | |
| 并测pH值 | | | | |

(2)磷酸钙盐的溶解性

| 4滴 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CaCl_2+ | Na_3PO_4 4滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | Na_2HPO_4 4滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | NaH_2PO_4 4滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | 原因 |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 观察现象 | | | | |
| 产物 | | | | |
| 离心后+稀氨水 | | | | |
| +稀盐酸 | | | | |

9. Cl⁻、Br⁻、I⁻混合离子鉴定



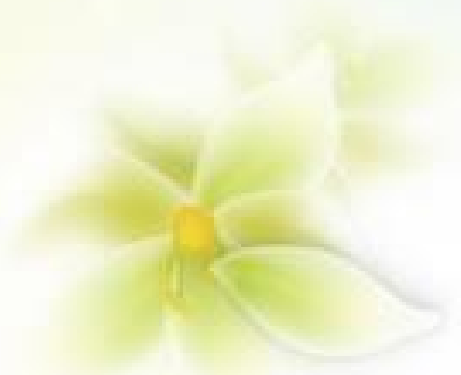
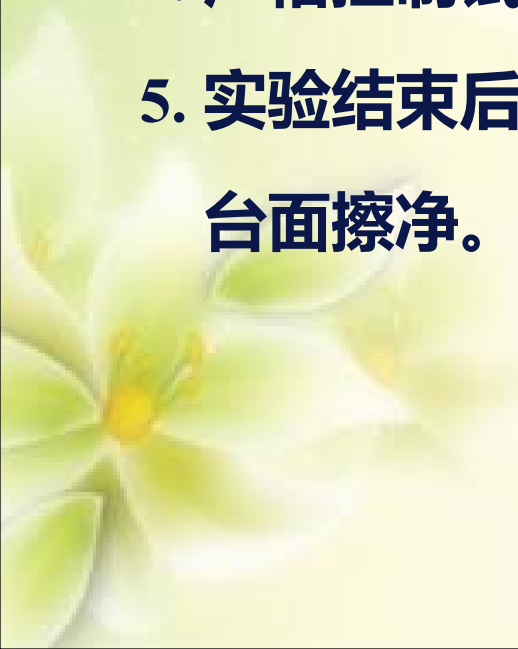
四、思考题

1. 如何区别次氯酸盐和氯酸盐？
2. 有三瓶未贴便签的溶液，只知道它们是 NaNO_2 、 Na_2SO_3 和 KI ，如何区别？
3. 欲用酸溶解磷酸银沉淀，在盐酸、硫酸和硝酸中，选用哪一种最适宜？为什么？
4. H_2S 、 NaS 和 Na_2SO_3 溶液为什么不能长期保存？



注意事项:

1. 自制氯水：次氯酸钠溶液+浓盐酸
2. 试剂瓶勿动，只动滴管；
3. 小滴管和滴瓶一一对应，不要张冠李戴；
4. 严格控制试剂用量；
5. 实验结束后洗净试管，试剂瓶按序号摆放整齐，台面擦净。



Thank You !

