

2.元素性质：铁、钴、镍、铜

学号：2500011800	姓名：金安逊	院系：化学与分子工程学院
所在实验室：第一实验室	实验日期：2025 年 9 月 25 日	室温（℃）：26

实验2 元素性质: 铁、钴、镍、铜

2025年9月25日

- [实验目的] 1. 试验铁、钴、镍氧化物的生成和性质。
2. 试验铁盐的氧化还原性。

[实验内容]

实验步骤

实验现象

记录比较详细

①. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

○ 试管1、2 + 1mL 0.2M FeCl_3

加入1滴后立即产生红棕色

○ 试1 + 2M NaOH 到恰有沉淀, 水浴

状沉淀, 加热后沉淀增加, 变暗

○ 试2 + 数滴 2M NaOH

上清液变无色

+ 0.5mL 浓 HCl

加入浓 HCl 后沉淀消失, 溶液变亮黄色。

②. $\text{Co}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Co}(\text{OH})_2$

○ 试管3、4 + 0.5mL 0.2M CoCl_2

○ 试3 + 数滴 2M NaOH

○ 试3 先产生深蓝色沉淀, 振荡后缓慢

○ 试4 + 数滴氯水 + 2M $\text{NaOH}(\Delta)$

变成棕色。试4 先产生黑色

○ 试3 → 离1, 离心 + ④ 水洗涂 × 2

夹杂着蓝色的沉淀, 最后转为棕黑色

○ 试4 → 离2, 离心 + ④ 水洗涂 × 2

○ (固体迅速溶解) × 现象记错

+ 0.5mL 浓 HCl , Δ

开始无明显现象, 水浴后固体消失

检验气体, 再用④水稀释

溶液变蓝, 管口湿润的淀粉-KI 变紫

○ 稀释后蓝色转化为紫红色。

③. $\text{Ni}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Ni}(\text{OH})_2$

○ 试管5、6 + 0.5mL 0.2M NiSO_4

○ 试5 生成浅绿色↓, 试6 生成

○ 试5 + 数滴 2M NaOH

浅绿色↓, 振荡后缓慢变黑

○ 试6 + 数滴氯水 + 2M NaOH 静置

○ 试5 → 离3 } 离心 + ④ 水洗涂 × 2

○ 固体迅速溶解, 溶液变为黄绿色

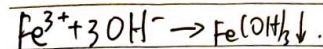
○ 试6 → 离4 }

管口湿润的淀粉-KI 变紫

○ 离4 + 0.5mL 浓 HCl

方程式与解释

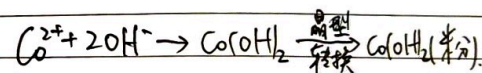
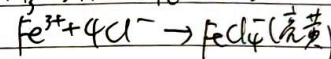
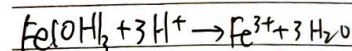
备注



“数滴”为5滴, 下同

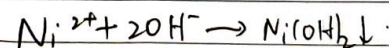
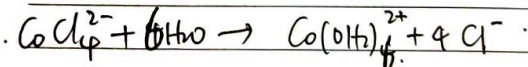
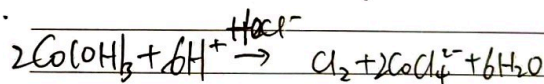
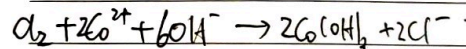
$\text{pH} \uparrow, T \uparrow$ 水解加剧, 沉淀增加

加热时间为1h

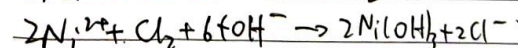


检验生成气体用淀粉-KI

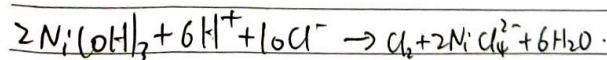
试纸(湿润)



离4 → 离5



(由于离心管尺寸相差太大)



这个应该是黄的吧

年 月 日

第 6 页

实验步骤

实验现象

④ 滕氏蓝

试 7 + 0.5 mL 0.2 M FeSO_4
+ 1 滴 0.1 M $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

生成深蓝色沉淀
静置后沉积于底部

⑤ 普鲁士蓝

试 8 + 0.5 mL 0.2 M FeCl_3
+ 1 滴 0.1 M $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

生成深蓝色沉淀
静置不沉积，深蓝色浓液

⑥ 柏林绿

试 9 + 0.5 mL 0.2 M FeSO_4
+ 1 滴 0.1 M $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

生成浅蓝色沉淀

⑦ 威廉白

试 10 + 0.5 mL 0.2 M FeCl_3
+ 1 滴 0.1 M $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

生成棕黑色混合体系，不确定
是否有沉淀

⑧ $\text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}$ 与 $\text{Fe}(\text{phen})_3^{3+}$

试 11 + 0.5 mL 0.2 M FeSO_4 + 几滴 phen
+ 氯水几滴

立即变为橙色，加氯水无明显变化

⑨ 金古氨酸配合物

试 12 + 0.5 mL 0.2 M CoCl_2 + 浓氨水
至沉淀溶解，静置

溶解立即变为浅棕色（看不出有无沉淀）
静置，振荡后变为深棕色

⑩ 镍氨配合物

试 5 + 2 mL 0.2 M NiSO_4
逐滴 + 浓氨水至沉淀溶解
用滴管分入试 13、14、15、16

得到深蓝色溶液，几乎无沉淀生成
过程

试 13 + 数滴 2 M NaOH

蓝色褪去，得浅绿色↓

试 14 + 数滴 2 M H_2SO_4

蓝色褪去，变浅（错误）变回深蓝

试 15 + 1 mL 水稀释

蓝色变浅，氨水加多了，观察不明显

试 16 用沸水浴△

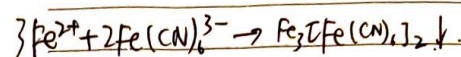
蓝色褪去，得浅绿色↓

年 月 日

第 7 页

方程式与解释

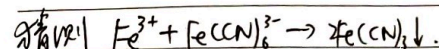
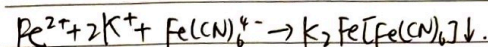
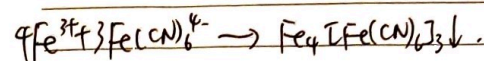
备注



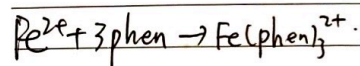
必要时可改变滴加顺序

试 7、9 加反

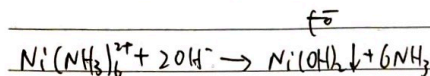
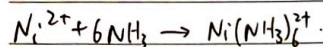
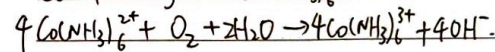
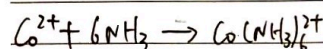
FeSO_4 由摩尔盐 + 5 滴 2 M HCl
再 + 去离子水配置



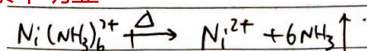
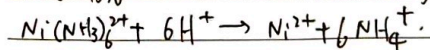
并进一步转化为铁(IV)氧化物



* 查阅资料得 $E_{\text{Fe}(\text{phen})_3^{3+}/\text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}}$
高达 1.06 V，氯水氧化性太弱
无法将其氧化

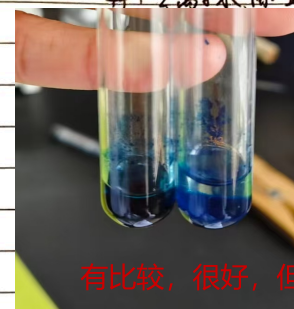


可能为含 SO_4^{2-} 的碱式盐
但未进一步验证



加热 6 min + 15 min

此时溶液呈碱性， Ni^{2+} 进一步水解得沉淀



有比较，很好，但分别对应哪个？



实验步骤

实验现象

① 铁(III)配离子稳定性比较

试 17 + 1mL 0.5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

+ 少量 $\text{NaCl}(\text{s})$ 搅拌使全溶.

+ 1 滴 1% NH_4SCN

+ 10 滴 10% NH_4F

+ 少量 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{s})$ 搅拌.

近乎无色.

明显变为黄色.

立即变为深血红色

加 10 滴, 上表面出现白色沉淀, 振荡

后沉淀溶解成浅黄色 aq , 加到 40

滴时黄色全部褪去, 生成白色沉淀

加 Ca^{2+} 后无明显现象

② CuCl 的生成和性质

0 离 6 + 3mL 6M HCl , 3mL 1M CuCl_2

+ 1g NaCl , 搅拌使全溶.

0 + 0.5g Cu 粉, 加塞, 振荡, 沉降后离心

0 80mL 烧杯 + 50mL 除 O_2 水中

↑ 离 6, 上清液

0 滴管取浓液加入试 1~5.

3 ← 试 1 + 浓 HCl

4 ← 试 2 + 浓氨水

5 ← 试 3 + 0.5M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

6 ← 试 4 + 饱和 KCl , + 0.5mL Z -胺

18 ← 试 5 + 0.5M $\text{Zn}(\text{NH}_4)_2\text{aq}$

溶液变为深绿色.

上层清液变为无色.

开瓶时明显现象片刻后有白色固体析出

溶液变淡黄色.

溶液变蓝

溶液变为棕黄色混合体系

沉淀溶解为无色 → 溶液变紫色, 有 \downarrow 产生

加入足够量后生成橙黄色 \downarrow .

[预习思考题]

1. 通过资料给出 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Co}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_3$ 的颜色

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
白 粉红 绿 红褐 棕黑 黑

2. 在碱性介质中氨水可把 $\text{Co}(\text{II})$ 氧化为 $\text{Co}(\text{III})$ 而酸性介质中 $\text{Co}(\text{III})$ 又能把 Cl^- 氧化成 Cl_2 , 两者有无矛盾, 为什么?

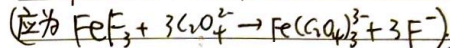
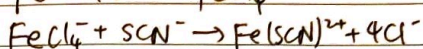
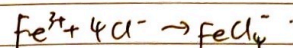
答: 不矛盾. 由 Nerst 方程, 酸性条件下 $\text{Co}(\text{III})$ 的还原电势高于碱性, 而 Cl_2 的还原电势却不变, 故酸性条件发生氧化而碱性发生逆过程.

方程式与解释

备注

一起 $\text{NaCl}(\text{s})$.

此步结束后洗净试 1~6, 离 5

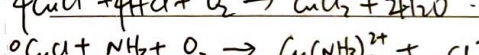
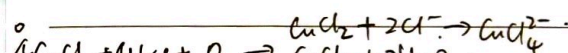
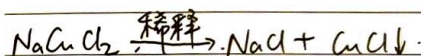
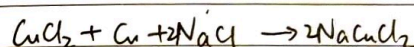


由于 F^- 加量过多, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 达不

到所需浓度故未观察到

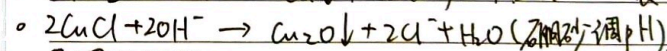
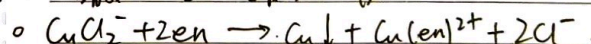
$\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$ 的特征黄色.

通过们的稳定性讨论, 那如果放少一点呢, 应当能够验证多少浓度比时转化



0 可能是残存 Cu^{2+} 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 发生氧化-还原生成一系列

诸如 Cu_2O , S 的混合物.



• 将试 6 中的固体离心并反

复洗涤, 发现为棕色固体.

证实为 Cu 单质,

• 去离子水中 O_2 未除干净导致

表现出了部分 $\text{Cu}(\text{II})$ 性质

卢国富

[课后问题]

① 大多数同学并未做出 Fe^{3+} 与 Cu^{2+} 的特征颜色原因分析如下:

① 显色反应不灵敏. ② 前一步 F^- 加量过多, 使 F^- 与 Fe^{3+} 结合能力很强, 不易被取代. ③ 试管中溶液体积较大, 加 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{s})$ 后达不到应有浓度

② 改进实验的一些思考:

在去离子水煮沸后应立即用有机溶剂液封, 加入 CuCl_2 时应使用玻璃棒

引流至液面以下, 这样才能确保无 O_2 混入.